T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KİMYA ODAKLI ÇEVRİMİÇİ FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK ve MATEMATİK UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MESLEKİ YETERLİKLERİNE ETKİSİ

EMİNE ŞAHİN TOPALCENGİZ

DANIŞMAN
Prof. Dr. BURÇİN ACAR ŞEŞEN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Aralık, 2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ tarafından, **Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN** hazırlanan **"KİMYA ODAKLI ÇEVRİMİÇİ FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK ve MATEMATİK UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MESLEKİ YETERLİKLERİNE ETKİSİ"** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **19/12/2022** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

		İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Doç. Dr. Sevil AKAYGÜN Boğaziçi Üniversitesi Kimya Eğitimi Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Prof. Dr. Ünsal UMDU TOPSAKAL Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Seda USTA GEZER İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÇINGIL BARIŞ İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı		☒ Kabul ☐ Ret

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve bilimsel etik kuralları içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve her türlü hukuki sorumluluğu aldığımı kabul ederim.

EMİNE ŞAHİN TOPALCENGİZ

(İmza)

Aileme ithaf ediyorum.

BÜTÇE DESTEKLERİ

KİMYA ODAKLI ÇEVRİMİÇİ FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK ve MATEMATİK UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MESLEKİ YETERLİKLERİNE ETKİSİ

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana ilk günden bugüne kadar geçen sürede destek olan ve inanan, motive edici tutumu, yol gösterici tavrı ile her fırsatta önümü açan, araştırmacı ve insani kimliğini kendime örnek aldığım değerli danışmanın Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.
Tez izleme komitemde yer alarak araştırmaya görüş ve önerileriyle katkı sağlayan, dönütleriyle farklı bakış açısı kazanmamı sağlayan, araştırmacı kimliklerini kendime örnek aldığım Prof. Dr. Ebru KAYA ve Doç. Dr. Sevil AKAYGÜN'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, kıymetli görüş ve önerileriyle tezime katkıda bulunan, tez jürimde yer alan Prof.Dr. Ünsal UMDU TOPSAKAL'a, Dr.Öğr.Üyesi Çiğdem ÇINGIL BARIŞ`a ve Dr. Öğr. Üyesi Seda USTA GEZER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırmam süresince uzman görüşlerine başvurduğum hocalarıma da teşekkürlerimi sunarım.
Bugünlere gelmemde bana her zaman destek olan, emek harcayan ve hayallerimin peşinden koşmam konusunda beni yüreklendiren annem Rahime ŞAHİN'e ve babam Hüseyin ŞAHİN'e, benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen kız kardeşim Fatma ŞAHİN'e çok teşekkür ederim. Doktora eğitimim sırasında tanıdığım ve ilk günden beri sürekli her konuda yanımda olan sevgili eşim Zeynal TOPALCENGİZ'e teşekkürlerimi sunarım.
Doktora eğitim süresince İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'da, Marmara Üniversitesi'nde ve Yıldız Teknik Üniversitesi'nde ders aldığım, çok şey öğrendiğim tüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca burada ismini sayamadığım herkese de bu süreçte bana destek verdikleri için teşekkür ederim. Son olarak bu araştırmanın verilerinin toplanmasında gönüllü olan öğretmen adaylarına sonsuz teşekkürler.

Aralık 2022 **Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ**

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL VE ONAYI ..... **ii**
BEYAN ..... **iii**
İTHAF ..... **iv**
BÜTÇE DESTEKLERİ ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **x**
TABLO LİSTESİ ..... **xii**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xiv**
ÖZET ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. PROBLEM DURUMU 1
1.2. AMAÇ/PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER 2
1.3. SINIRLILIKLAR 3
1.4. TANIMLAR 3
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE **5**
2.1. STEM TANIMLARI 5
2.2. STEM TARİHİ 6
2.3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE STEM EĞİTİMİ 9
2.3.1. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da STEM Eğitimi 14
2.3.2. Avrupa Ülkelerinde STEM Eğitimi 17
2.3.3. Asya Ülkelerinde STEM Eğitimi 21
2.3.4. Diğer Ülkelerde STEM Eğitimi 24
2.3.5. Türkiye'de STEM Eğitimi 25
2.4. STEM DİSİPLİNLERİNİN ENTEGRASYONU 34
2.5. STEM'DE TASARIM TEMELLİ ÖĞRENME 41
2.5.1. STEM'de Tasarım Temelli Öğrenme Modelleri 43
2.6. KİMYADA STEM 50

2.7. PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ 57
2.7.1. STEM Pedagojik Alan Bilgisi 60
2.8. ÖĞRETMEN EĞİTİMİYLE İLGİLİ YAPILAN STEM EĞİTİMİ ÇALIŞALARI 70
2.8.1. Öğretmen Adaylarıyla İlgili STEM Eğitimi Çalışmaları 70
2.8.2. Öğretmenler ile Yapılan STEM Eğitim Çalışmaları 91
3. YÖNTEM 105
3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ 105
3.2. ÇALIŞMA GRUBU 107
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI 108
3.3.1. STEM-Farkındalık Ölçeği 109
3.3.2. STEM-Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği 110
3.3.3. Nitel Veri Toplama Araçları 110
3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ 114
3.4.1. Nicel Veri Analizi 114
3.4.2. Nitel Veri Analizi 115
3.5. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİ MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ 119
3.5.1. İhtiyaç Analizi 119
3.5.2. Pilot Çalışma 131
3.5.3. Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Üretimi Modüllerinin Geliştirilmesi 139
3.5.4. Uygulama Süreci 141
3.5.5. Araştırmacının Rolü 148
4. BULGULAR 150
4.1. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ 150
4.2. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE ETKİSİ 152
4.3. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM MODELLERİNE ETKİSİ 155
4.3.1. Değişen Bütünleşik STEM Modelleri 163
4.3.2. Değişmeyen Bütünleşik STEM Modelleri 175
4.4. TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ DERS PLANI HAZIRLAMA BECERİLERİNE ETKİSİ 178
5. TARTIŞMA 194
5.1. BİRİNCİ ALT PROBLEM 194

5.2. İKİNCİ ALT PROBLEM 198
5.3. ÜÇÜNCÜ ALT PROBLEM 202
5.4. DÖRDÜNCÜ ALT PROBLEM 205
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 218
6.1. STEM FARKINDALIĞIN ARTTIRILMASI 218
6.2. PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİNİN ARTTIRILMASI 219
6.3. STEM MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ 220
6.4. TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM DERİ PLANLAMA BECERİLERİNİN ARTTIRILMASI 221
KAYNAKLAR 224
EKLER 249
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI 313
ETİK KURUL VE KURUM İZİN YAZILARI 314
ÖZGEÇMİŞ 316

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: STEM eğitim reformlarını etkileyen olaylar. 6

Şekil 2.2: Yükseköğretime yeni girenlerin STEM alanlarına göre dağılımı ve bu alanlardaki kadınların payı (OECD, 2020). 10

Şekil 2.3: Türkiye'de Lisans ve Yüksek Lisans STEM Mezunlarının Toplam Lisans Mezunlarına Oranları. (TÜSİAD, 2017). 11

Şekil 2.4: Türk öğrencilerin fen, matematik ve okuma puanları. [Programme for ınternational student assessment (PISA) results from PISA 2018'den alınmıştır.] 13

Şekil 2.5: Yaklaşımların entegrasyon düzeyleri (NOT: Vasquez, Sneider ve Comer'den uyarlanmıştır. "Vasquez, J. A., Sneider, C., ve Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.") 38

Şekil 2.6: Güneş sistemi ve gezegenler temalı disiplinlerarası ders yapısı (NOT: Vasquez, Sneider ve Comer'den uyarlanmıştır. "Vasquez, J. A., Sneider, C., ve Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann."). 39

Şekil 2.7: Tasarım temelli fen eğitimi (Kolodner ve diğ., 2014). 44

Şekil 2.8: Tasarım tabanlı fen modeli (TBFM). (Fortus ve diğ. (2005)'ten uyarlanmıştır." 45

Şekil 2.9: PBS tasarım takımı modeli ([NOT: Frey ve Powers (2012)'den uyarlanmıştır. "Frey, D. D., ve Powers, B. (2012). Designing design squad: Developing and assessing a children's television program about engineering. Journal of Pre-College Engineering Education Research. 46

Şekil 2.10: Tasarım Temelli Fen Eğitimi (Wendell ve diğ. (2010)'dan uyarlayan Ercan, 2014). 48

Şekil 2.11: Mühendislik tasarım süreci ((Hynes ve diğ. 2011)'den uyarlayan Bozkurt, 2014). 48

Şekil 2.12: STEM-PAB ve bileşenleri. 62

Şekil 3.1: Araştırmanın karma yöntem araştırma deseni. 107

Şekil 3.2: Katılımcıların demografik bilgileri. 108

Şekil 3.3: Araştırmada toplanan nitel veriler ve analiz teknikleri. 117

Şekil 3.4: Modül geliştirme süreci. 141

Şekil 4.1: Öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin histogram grafikleri. 151

Şekil 4.2: Öğretmen adaylarının STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin histogram grafikleri. 154

Şekil 4.3: Öğretmen adaylarının eğitim sürecinde STEM modellerinin değişimi. 159

Şekil 4.4: Öğretmen Adayı Ö3'ün bütünleşik STEM modeli ile ilgili çizimi. 161

Şekil 4.5: Ö7 (solda ön ve son model) ve Ö1(sağda ön ve son model)'in model çizimleri. 166

Şekil 4.6: Ö16 (solda ön ve son model) ve Ö2 (sağda ön ve son model)'nin model çizimleri. 168

Şekil 4.7: Ö3 (solda ön ve son model) ve Ö17 (sağda ön ve son model)'nin model çizimleri 168

Şekil 4.8: Ö6'nın ön ve son model çizimleri. 170

Şekil 4.9: Ö10'nun ön ve son modeli. 172

Şekil 4.10: Ö11'in ön ve son model çizimleri. 174

Şekil 4.11: Ö13 (solda ön ve son model) ve Ö5 (sağda ön ve sol model)'in modelleri. 175

Şekil 4.12: Ö8'in ön ve son modelleri. 177

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: STEM entegrasyon modelleri. 35

Tablo 2.2: Sürdürülebilir kalkınma 2030 hedeflerine yönelik kimyanın yer aldığı çözüm önerileri (Hardy ve diğ., 2011'den Türkçe'ye uyarlanmıştır)..... 52

Tablo 3.1: Veri toplama araçlarının alt problemlere göre dağılımı. 109

Tablo 3.2: Öğretmen adaylarının STEM'in tanımıyla ilgili görüşleri. 120

Tablo 3.3: Öğretmen adaylarının STEM entegrasyonu ile ilgili görüşleri. 120

Tablo 3.4: Öğretmen adaylarının alan entegrasyonu ile ilgili merak ettikleri unsurlar. 121

Tablo 3.5: Öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulama kararlarını etkileyen öğeler. 123

Tablo 3.6: Öğretmen adaylarının STEM eğitimini kullanma şekilleri ve amaçları. 124

Tablo 3.7: Öğretmen adaylarının profesyonel yaşamda STEM' i kullanma veya kullanmama gerekçeleri. 125

Tablo 3.8: Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili öğrenmek istedikleri konular. 126

Tablo 3.9: STEM öğrenme ortamı özellikleri ve öğrenci beklentilerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri..... 127

Tablo 3.10: Öğretmen adaylarının STEM eğitimi alma oranları. 129

Tablo 3.11: Öğretmen adaylarının STEM eğitiminden beklentileri. 130

Tablo 3.12: Pilot çalışmada izlenen süreç. 132

Tablo 3.13: Öğretmen adaylarının ders planlarının değerlendirilmesi. 134

Tablo 3.14: Asıl uygulama süreci..... 142

Tablo 4.1: Öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları. 150

Tablo 4.2: STEM farkındalık ölçeği ön test ve son test puanlarına ilişkin Kolmogorov- Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri sonuçları..... 151

Tablo 4.3: SFÖ ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin ilişkili t-testi sonuçları..... 152

Tablo 4.4: STEM-PABÖ ölçeği ön test ve son test puanlarının normal dağılıma uygunluğuna ilişkin analiz sonuçları..... 153

Tablo 4.5: STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin normallik testleri. 153

Tablo 4.6: STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları. 154

Tablo 4.7: Bütünleşik STEM modelleriyle ilgili kodlar ve açıklamaları. 155

Tablo 4.8: Veri kaynaklarına göre öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modelleri. 158

Tablo 4.9: Öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modelleri ve değişimleri. 162

Tablo 4.10: Bütünleşik STEM modellerindeki değişim. 163

Tablo 4.11: Ders planı puanlarının normal dağılıma uygunluğuna ilişkin analiz sonuçları. 178

Tablo 4.12: Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarının puanlarının Friedman testi sonuçları. 179

Tablo 4.13: Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarının puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları. 180

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BTMM	: Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
FeTeMM	: Fen bilgisi, teknoloji, matematik ve mühendislik
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration)
NSF	: National Science Foundation (Ulusal Bilim Vakfı)
NCLB	: Geride Hiçbir Çocuk Kalmamalı (No Child Left Behind)
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Cooperation and Development)
PİSA	: The Programme for International Student Assessment
STEM	: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)
STEM-PAB	: STEM-Pedagojik Alan Bilgisi
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KİMYA ODAKLI ÇEVRİMİÇİ FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK ve MATEMATİK UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ MESLEKİ YETERLİKLERİNE ETKİSİ

Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman: Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN

Bu çalışmanın amacı kimya odaklı çevrimiçi Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının mesleki yeterliklerine etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla, çevrimiçi ortamda gerçekleştirilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına ve STEM pedagojik alan bilgilerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, Türkiye'de Marmara Bölgesinde bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin 4. sınıfına kayıtlı 17 fen bilimleri öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. İlköğretimde Kimya Öğretimi dersi kapsamında kimya odaklı tasarım temelli STEM uygulamaları uzaktan eğitim yoluyla asenkron ve senkron olarak gerçekleştirilmiştir. Karma yöntemin yakınsayan paralel deseninin benimsendiği çalışmada nitel araştırma desenlerinden "fenomenolojik" ve nicel araştırma desenlerinden "tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen" kullanılmıştır. Adayların STEM farkındalıklarını belirlemek amacıyla STEM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. STEM pedagojik alan bilgilerindeki değişim STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği ile belirlenmiştir. Adayların eğitim boyunca STEM modellerinin değişimi araştırmacı tarafından Türkçe'ye uyarlanan STEM Yansıtma Protokolü ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile incelenmiştir. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu ile ders planları analiz edilerek öğretmen adaylarının STEM dersi planlama becerilerinin değişimi araştırılmıştır. Nitel ve nicel veri analiz yöntemlerinin birlikte kullanıldığı araştırmada Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesinde ve sonrasında adayların STEM farkındalıkları ve STEM pedagojik alan bilgileri arasında anlamlı bir fark

bulunmuştur. Öğretmen adaylarının ilk ve son modellerinde çeşitlilik olduğu belirlenmiş, eğitim sonrasında disiplinler arası ilişkilerin daha detaylı olarak modellere yansıdığı saptanmıştır. Adayların Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersi planlama becerileri eğitim öncesinde, teorik kısım ve uygulamalar sonrasında da olumlu yönde bir değişim göstermiştir.

Aralık 2022 , 335 sayfa.

Anahtar kelimeler: Tasarım Temelli Çevrimiçi STEM Eğitimi, STEM Pedagojik Alan Bilgisi, STEM farkındalık, STEM dersi planlama becerisi, STEM modelleri

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

THE EFFECTS of ONLINE SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, MATHEMATICS APPLICATION RELATED TO CHEMISTRY FOCUSED on PROFESSIONAL COMPETENCE of PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Mathematics and Science Education

Science Education

Supervisor : Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN

The aim of this study is to examine the effect of Chemistry-Focused Online Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Applications on the professional competencies of preservice science teachers. In this purpose, the effect of Chemistry-Focused Online Design-Based Integrated STEM Teacher Education on STEM awareness and STEM pedagogical content knowledge of preservice science teachers was examined. The participants consisted of 17 4th grade senior preservice science teachers enrolled at a state university in Marmara region of Turkey. Chemistry-Focused Design-based STEM Applications were carried out asynchronous and synchronous by distance education within the class of Teaching Chemistry in Primary Education. The convergent parallel design of the mixed method was adopted in this study. "Phenomenological" from qualitative research designs and "single-group pretest-posttest quasi-experimental design" from quantitative research designs were used. STEM Awareness Scale was used to determine the STEM awareness of candidates. The change in STEM pedagogical content knowledge was determined by the STEM Pedagogical Content Knowledge Scale. The change of candidates' STEM models during the training was examined with the adapted STEM Reflection Protocol translated into Turkish by the researcher and semi-structured interviews. The change in the STEM lesson planning skills of candidates was determined by analyzing Chemistry-Focused Design-Based Integrated STEM Teacher Education Lesson Plan Evaluation Form and the lesson plans developed by the candidates. In the study, in which qualitative and quantitative data analysis methods were used together, a

significant difference was found between STEM awareness and STEM pedagogical content knowledge of candidates before and after the Chemistry-Focused Design Based Integrated STEM Teacher Education. The diversity in the first and last models of pre-service teachers was determined. The models were structured in more detail by interdisciplinary relations after education. Chemistry-Focused Design-Based Integrated STEM lesson planning skills of candidates showed a positive change before the training, after the theoretical part and applications.

December 2022, 335 pages.

Keywords: Design Based Online STEM Education, STEM Pedagogical Content Knowledge, STEM Awareness, STEM Lesson Planning, STEM models

1. GİRİŞ

1.1. PROBLEM DURUMU

Günümüz dünyasında, eleştirel düşünebilen, yaratıcı ve yenilikçi olan, bilişim teknolojilerini iyi kullanan, farklı kültürlerden bireylerle çalışabilen, esnek, günlük yaşamda karşılaştığı problemleri çözebilen, iş birliğine uyumlu nitelikli bireylerin yetiştirilmesinde Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM eğitimi öne çıkmaktadır. STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasında, öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerinin artmasında, STEM alanlarında başarılı olmalarında ve bu alanları kariyer olarak belirlemelerinde ana unsurlardan biri öğretmenlerdir (Fischer ve diğ., 2018; Toma ve Greca, 2018). Ancak, öğretmenler STEM disiplinlerinden biri olan mühendislik, mühendisliğin doğası, mühendislik tasarım süreci, STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi ile ilgili dersler almadıklarından bu alanlarda yeterli bilgi ve beceriye sahip değillerdir (Dare ve diğ., 2018; El-Deghaidy ve Mansour, 2015; Özbilen, 2018). Öğretmenler süregelen eğitim yaklaşımlarından ve alışkanlıklarından vazgeçmek istememekte ve STEM eğitimi yerine var olan yaklaşımlarını kullanma eğilimi göstermektedirler (El-Deghaidy ve diğ., 2017; Karakaya ve diğ., 2018; Vossen ve diğ., 2020; Watermeyer ve Montgomery, 2018). Bu nedenle, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili yeterli bilgi, beceri ve deneyimler kazanacakları öğrenme ortamları yaratılmalıdır (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Bozkurt ve Özyurt, 2019; Dare ve diğ., 2018; National Science Foundation [NSF], 2015; Ring ve diğ., 2017; Vossen ve diğ., 2020; Uysal ve Cebesoy, 2020).

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik farklı modellerin STEM eğitiminin uygulayıcısı öğretmen/öğretmen adayları tarafından anlaşılması önemlidir (Roehrig ve diğ., 2012). Ayrıca, öğretmen/öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin entegrasyonunu nasıl kavramsallaştırdıklarını anlamak STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanması açısından da önemlidir (Dare ve diğ., 2019). Öğretmen/öğretmen adaylarının zihinlerindeki bütünleşik STEM modellerini anlamak, bu modellerin öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimini sınıflarında uygulama sürecine etkilerini tespit etmek, STEM eğitimine yönelik reformların yapılması için ön koşuldur. Alanyazında STEM eğitiminde problem tabanlı, proje tabanlı,

araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretimi, tasarım temelli, mühendislik tasarımı gibi çeşitli pedagojik yaklaşımların kullanıldığı görülmektedir (Capraro ve diğ., 2013; Ergün ve Balçin, 2019; Govaerts ve diğ., 2013; Hynes ve diğ., 2011; Lou ve diğ., 2011; Roehrig ve diğ., 2012). Tasarım temelli öğrenme, bireyin teorik bilgisini tasarım esnasında uygulamaya koyabildiği ve tasarladığı ürünün merkezde olduğu bir çeşit problem tabanlı öğrenmedir (Chandrasekaran ve diğ., 2015; Gómez Puente ve diğ., 2013; Gómez Puente ve diğ., 2015). Hynes ve diğ. (2011) tarafından önerilen 9 basamaklı mühendislik tasarım süreci modeli ile öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci, mühendisliğin doğası, STEM disiplinlerinin entegrasyonunu anlamalarında faydalı olacağı düşünülmektedir (Cunningham ve Carlsen, 2014; Hynes, 2012; Altan ve diğ., 2016; Bozkurt, 2014). Ayrıca, STEM eğitimi çalışmalarında çoğunlukla ana tema olarak fizik alanı yer almaktadır. Kimya alanını ana tema olarak belirleyen çalışmalar sınırlı kalmaktadır (Aydın-Günbatar, 2020; Aydın-Günbatar ve diğ., 2020a; Aydın-Günbatar ve diğ., 2018; Baydere ve diğ., 2019; Brockway ve Sneider, 2010; Boys ve Walsh, 2019; Fakayode ve diğ., 2014; Hardy ve diğ., 2021; Menon ve Devadas, 2019). Kimya kavramları geleneksel yöntemler ile, kimyanın alt disiplinleri ve diğer disiplinler ile ilişkilendirilmeden öğretilmektedir (McGill ve diğ., 2019). Öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri, STEM öğrenme ortamları tasarlayabilmeleri için STEM disiplinleriyle ilgili alan bilgisine, pedagojik alan bilgisine, entegrasyon bilgisine sahip olmaları gerekmektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Margot ve Kettler, 2019; Shulman, 1987; Vossen ve diğ., 2020; Yıldırım, 2020). Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM Pedagojik Alan Bilgilerinin (STEM-PAB) gelişmesini sağlayacak öğrenme ortamları sağlanmalıdır (Berisha ve Vula, 2021).

1.2. AMAÇ/PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER

Çalışmada, çevrimiçi ortamda gerçekleştirilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM pedagojik alan bilgilerinin değişiminin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın problem cümlesi; "Çevrimiçi ortamda gerçekleştirilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve STEM pedagojik alan bilgileri zamanla değişim göstermekte midir?" şeklinde belirlenmiştir. Bu problemi çözümlemek amacıyla oluşturulan alt problemler ise;

Çevrimiçi ortamda gerçekleştirilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının;

1. Ön ve son test STEM Farkındalık Ölçeği puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. Ön ve son test STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
3. STEM modelleri nasıl değişim göstermektedir?
4. Kimya konularına yönelik Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersi planlama becerileri nasıl değişim göstermektedir? şeklindedir.

1.3. SINIRLILIKLAR

Araştırma;

1. Bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesinde öğrenim görmekte olan 4. sınıf öğretmen adayları ile,
2. 2020-2021 eğitim- öğretim yılı bahar dönemi ile,
3. 14 haftadan oluşan bir dönemde gerçekleşen asenkron ve senkron uygulamalar ile,
4. Çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve öğretmen adaylarının bu veri toplama araçlarına verdikleri cevaplar ile sınırlandırılmıştır.

1.4. TANIMLAR

Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi: STEM alanlarının birbirinin içine bütünleştirilerek öğretmen eğitim sürecinde kullanılan bir meta disiplindir (Dugger, 2010; Morrision, 2006; Savran-Gencer ve diğ., 2019).

Mesleki Yeterlik: Çalışmada mesleki yeterlik ile STEM öğretmen yeterliklerine vurgu yapılmakta olup bir fen bilimi öğretmeninin STEM'i etkili ve verimli bir şekilde sınıfında uygulayabilmesi için sahip olduğu STEM eğitim öğretim ortamı planlama, oluşturma, öğretme ve öğrenme sürecini etkili bir şekilde yönetebilme ve değerlendirebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır.

Mühendislik Tasarım Süreci: Mühendislik problemini çözmek için belli bir amaç için en uygun araç ya da sürecin tasarlanmasında kullanılan yaklaşımdır (NAE ve NRC, 2009).

STEM: Fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) disiplinlerinin baş harflerinin kullanılarak oluşturulan bir kısaltmadır (Dugger, 2010; Ring ve diğ., 2017).

STEM Modeli: Öğretmen adaylarının STEM alanları arasındaki ilişkileri ortaya koymak için oluşturdukları zihinsel modelleriyle ilgili çizimlerdir (Öztay ve Aydın-Günbatar, 2019; Ring ve diğ., 2017).

STEM Pedagojik Alan Bilgisi: Öğretmenin fen bilimleriyle ilgili kavramları öğretirken STEM alanlarından en az biriyle ilişkilendirebilme, uygun yöntem, teknikleri seçebilme, öğretim programlarını, öğrencilerin ilgilerini, becerilerini ve düzeylerini göz önüne alarak öğrenme ortamını düzenleyebilmek için sahip olduğu tüm becerilerdir (Aydın-Günbatar ve diğ., 2018; Saxton ve diğ., 2004; Vossen ve diğ., 2020).

STEM Dersi Planlama Becerisi: Öğretmenin en az iki alanı ilişkilendirerek, kazanımlarına uygun yöntem, teknik, materyal, etkinlik, değerlendirme yöntemleri belirleyerek bir dersin işleyişini kurgulayabilme becerisidir (Dare ve diğ., 2018; Moore ve diğ., 2014; Saxton ve diğ., 2014; Yıldırım ve Yıldırım, 2020).

Tasarım Temelli STEM Eğitimi: Fen kavramlarının mühendislik tasarım süreci ve bilimsel araştırma ile birleştirilerek öğretildiği öğrenci merkezli yaklaşımdır (Doppelt ve diğ., 2008; Kolodner ve diğ., 2003a; Wendell, 2008).

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

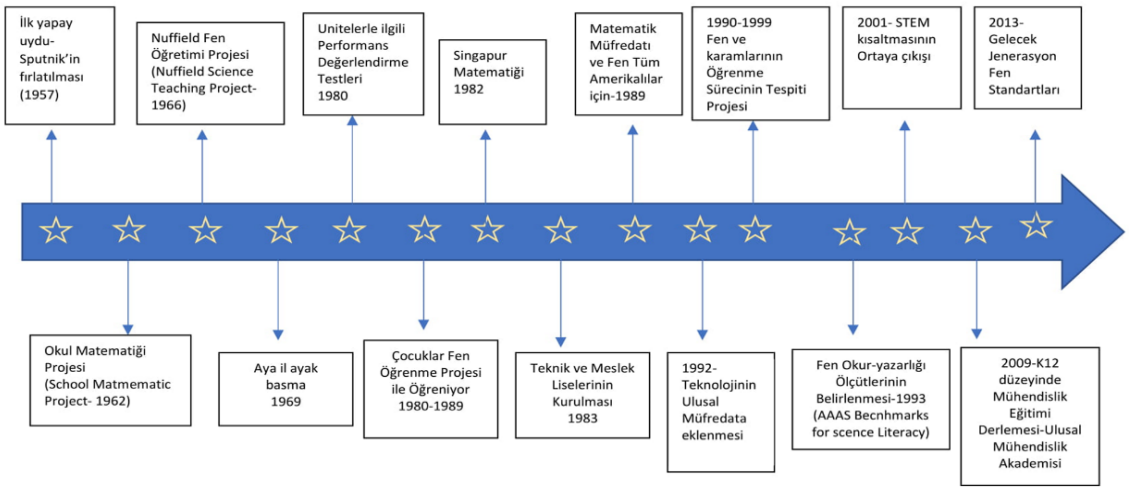
2.1. STEM TANIMLARI

STEM kavramı, Amerika'daki Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation) tarafından 1990'lı yılların başlarında Bilim/Fen (Science), Matematik (Mathematics), Mühendislik (Engineering) ve Teknoloji (Technology) disiplinlerinin kısaltılmasıyla ilk kez SMET olarak karşımıza çıkmış, 2001 yılında ise Dr. Judith Rahmaley tarafından ilk defa STEM olarak kullanılmıştır (Dugger, 2010; Sanders, 2009). STEM, günümüzde çok sık duyulan popüler bir kavram olmasına rağmen aslında yeni bir kavram değildir (Ostler, 2012). Günümüzde farklı şekillerde tanımlanan STEM, bir meta disiplin olarak görülmektedir (Vasquez ve diğ., 2013). STEM eğitiminin en yaygın tanımı; "bilim/fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin bütünleştirilerek öğretildiği disiplinlerarası bir yaklaşım" şeklindedir (Bybee, 2010; Dugger, 2010; NAE ve NRC, 2009). Bir başka STEM tanımı ise; "bilim/fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir ders içinde, disiplinlerarasındaki bağlantıların gerçek yaşam problemleriyle verilmesi" şeklindedir (Stohlmann ve diğ., 2012). STEM'i alanlar arasındaki sınırların kaldırıldığı, öğrencilere anlamlı öğrenme ortamının sunulduğu disiplinlerarası bir yaklaşım olarak tanımlayan araştırmacılar da mevcuttur (Hoachlander ve Yanofsky (2011)'den aktaran Vasquez ve diğ., 2013). Vasquez (2015) ise STEM'i "öğrencilerin farklı disiplinlerde yer alan kavram, bilgi ve becerilerden faydalandıkları problem çözme süreci" olarak tanımlamaktadır. Bender (2018) bu tanıma bireysel veya grup çalışmalarında gerçek yaşamdan problemlerin seçimi ve bilimsel olarak çözümü boyutunu eklemektedir. Ülkemizde Yıldırım ve Altun (2015), STEM'i "bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarını bir araya getiren, gündelik hayatta bu alanlardaki bilgileri kullanmaya olanak sağlayan, etkili ve kalıcı öğrenmeye imkan veren eğitim yaklaşımı" olarak betimlemektedir. Çorlu (2014)'un tanımı ise "fen ve matematikteki bilgi ve becerilerin içinde bulunduğumuz bilgi temelli yüzyılda kullanılacak ve ilişkilendirilecek şekilde öğretilmesi ya da öğrenilmesi" şeklindedir. STEM, Akgündüz ve diğ. (2015) tarafından Fen bilgisi, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik (FeTeMM) şeklinde; Adıgüzel ve diğ. (2012) tarafından ise Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (BTMM) şeklinde kısaltılmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından 2016

yılında hazırlanan “STEM Eğitimi Raporu"nda STEM kısaltması yer almakta ve STEM “öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerinde öğrendikleri bilgileri bir bütünün parçaları olarak görmelerini sağlayan, teorik bilginin uygulamaya, ürüne ve yenilikçi buluşlara dönüştürülmesini amaçlayan bir eğitim yaklaşımı” olarak tanımlanmaktadır.

2.2. STEM TARİHİ

STEM kavramına ilk olarak 1990 yılı başlarında Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation: NSF) tarafından desteklenen projelerde bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji (Science, Mathematics, Engineering, and Technology) alanlarının kısaltması olan SMET olarak rastlanmıştır (Sneider ve Purzer, 2014). 2001 yılında ise NSF eğitim müdürü Judith A. Ramaley tarafından ilk kez STEM olarak kullanılmaya başlanmıştır (Sneider ve Purzer, 2014). STEM alanlarında eğitim reformlarını ve müfredat değişikliklerinin ivmelenmesini etkileyen farklı olaylar olmuştur (Banks ve Barleks 2014; Sneider ve Purzer, 2014). Şekil 2.1’de STEM eğitim reformlarını etkileyen olaylar özetlenmiştir.



Şekil 2.1: STEM eğitim reformlarını etkileyen olaylar.

STEM alanlarında eğitim reformlarını etkileyen ilk kritik gelişmelerden biri 1957 yılında Rusya’nın Sputnik adlı uzay aracını Amerika Birleşik Devletlerin’den önce uzaya göndermesidir (Banks ve Barlex, 2014). Rusya’nın uzay aracı göndermesi batılı devletler arasında büyük etki yaratmış, Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere uzay yarışında Rusya’nın

gerisinde kaldıklarını farkedip, fen bilimleri ve matematik eğitimine öncelik vermeye başlamışlardır (Akgündüz, 2018a; Burke ve McNeill, 2011; Bybee, 2013; Yıldırım, 2018a). Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Savunma Ajansı tarafından bir milyar dolar STEM alanlarında eğitimi desteklemek, yetişmiş eleman gücünü arttırmak ve yabancı dil eğitimini yaygınlaştırmak üzere ayrılmıştır (Burke ve McNeill, 2011). Ayrıca STEM alanlarındaki ilerlemenin ekonomik büyümenin de devamlılığını sağlamak için gerekli bir yöntem olduğuda vurgulanmıştır (Bybee, 2010). Bu hedef doğrultusunda 1958 yılında ABD'de Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration [NASA]) kurulmuş, bilim insanı ve mühendis yetiştirmek için fen bilimleri, matematik ve yabancı dil derslerinin öğretim programlarında değişiklikler yapılmıştır. Ulusal Savunma Eğitim Hareketi (National Defense Education Act) ile eğitim alanında reform yapmak hedeflenmese de STEM alanlarında donanımlı öğrenciler yetiştirmek için burslar verilmiş, projeler desteklenmiştir (Jolly, 2009). Bu gelişmeyi 1962 yılında İngiltere'de yapılan Okul Matematik Projesi (School Matematic Project) takip etmiştir (Banks ve Barlex, 2014). Lise düzeyindeki matematik öğretimindeki değişimler İkinci Dünya Savaşı döneminde başlamış olsa da matematik öğretiminde buluş yoluyla öğrenme yaklaşımının benimsenmesi ile, ders kitapları bastırılmış, müfredatta değişime gidilmiştir (Banks ve Barlex, 2014). Bu değişim, matematik öğretiminin fen ve mühendislik alanlarıyla ilişkilendirilmemesinden dolayı eleştirilmiştir. Ayrıca bu değişim matematik kavramlarının soyut olarak öğretilmesinin önüne geçememiştir (Banks ve Barlex, 2014).

1966 yılında İngiltere'deki Nuffield Fen Öğretimi Projesi önemli bir dönüm noktasıdır (Banks ve Barlex, 2014). Projede, öğretmen ve öğrencilerin fen kavramlarını deneysel yaklaşımla öğrenmeleri, öğretmeleri desteklenmiştir. Değerlendirme yöntemlerinde de değişim vurgulanmış, bilginin geri çağrılmasına olanak veren yöntemlerden ziyade bilimsel fikirlerin uygulamaya koşulabileceği değerlendirme yöntemlerinin kullanımı desteklenmiştir. 1969 yılında Ay'a ilk ayak basılması, STEM alanlarına ayrılan desteklerin önemini ortaya çıkarmıştır. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki inovasyon ve geliştirilen teknolojik ürünler uzay yarışlarının başlamasına neden olmuştur. Bu gelişmeler öğrenenlerin değerlendirme süreçlerinde de değişikliği beraberinde getirmiştir. 1980 yılında 11, 13 ve 15 yaş gruplarındaki öğrencilerin değerlendirilmesinde değişimi hedef alan Performans Değerlendirme Ünitesi (PDÜ), ortaöğretimde öğretim programlarının değişimine yol açmıştır (Banks ve Barlex, 2014). PDÜ elektrik, metallerin kimyası gibi konular ile 11, 13, 15 yaş aralığındaki öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerinde değişime yardımcı olmuştur. 1980-1989 yılları arasındaki diğer önemli bir gelişme Leeds Üniversitesinde Ros Driver

kordinatörlüğünde yapılan fen öğretiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı ‘Çocuklar Fen Öğreniyor (Children Learning Science)’ Projesidir. Bu projede, öğrenme sürecinde ön bilgilerin önemli olduğu, kavramsal değişimlerin olabileceği, öğrencinin bilgiyi zihninde kendisinin oluşturduğu, bilgi yapılandırmasının her zaman bir inanç doğurmayacağı, öğrencilerin öğrenmeden sorumlu olduğu, öğrencilerin zihinlerindeki bazı öğrenmelerin diğer öğrencilerde de görülebileceği noktalarının üzerinde durulmuştur. Öğretim programlarındaki değişimleri 1982 yılında Singapur’da buluş yoluyla öğrenme yaklaşımı ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesini hedefleyen matematik programının geliştirilmesi takip etmiştir. 1983 yılında ise Teknik ve Meslek Liselerinde endüstrinin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde bilgi ve becerilerin geliştirilmesine olanak veren öğretim programları geliştirilmiştir (Banks ve Barlex, 2014).

1985 yılında İngiltere’de ‘5-16 Yaş aralığı için Fen Eğitimi Politikası’ ile bilimsel metodun fen bilimleri dersinde öğretilmesine vurgu yapılmış, öğrenenin kendi öğrenmesinden sorumlu olduğu ve öğrenmede aktif olduğu vurgulanmıştır. İngiltere’de bu reformları 1988 ve 1990 yıllarında fen, matematik ve teknoloji dersleri için kazanımların yayımlanması; 1990-1999 yılları arasında 5-11 yaş aralığı için farklı konularla ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarının tespit edilmesi; 1992 yılında teknoloji dersinin ayrı bir ders olarak okutulmasına karar verilmesi; STEM alanlarından seçilen mentörlerle 14 yaş aralığındaki öğrencilerin Young Foresight Okulu’nda endüstri ihtiyacı doğrultusunda eğitim verilmesi; 2002 yılında fen ve matematik derslerinin 16 yaşındaki öğrencilere zorunlu tutulması; dizayn ve teknoloji dersinin 14 yaşındaki öğrencilere zorunlu tutulması izlemiştir. Son olarak 2013 yılında, tüm dersler için öğretim programlarında iyileştirmeye gidilmiştir (Banks ve Barlex, 2014).

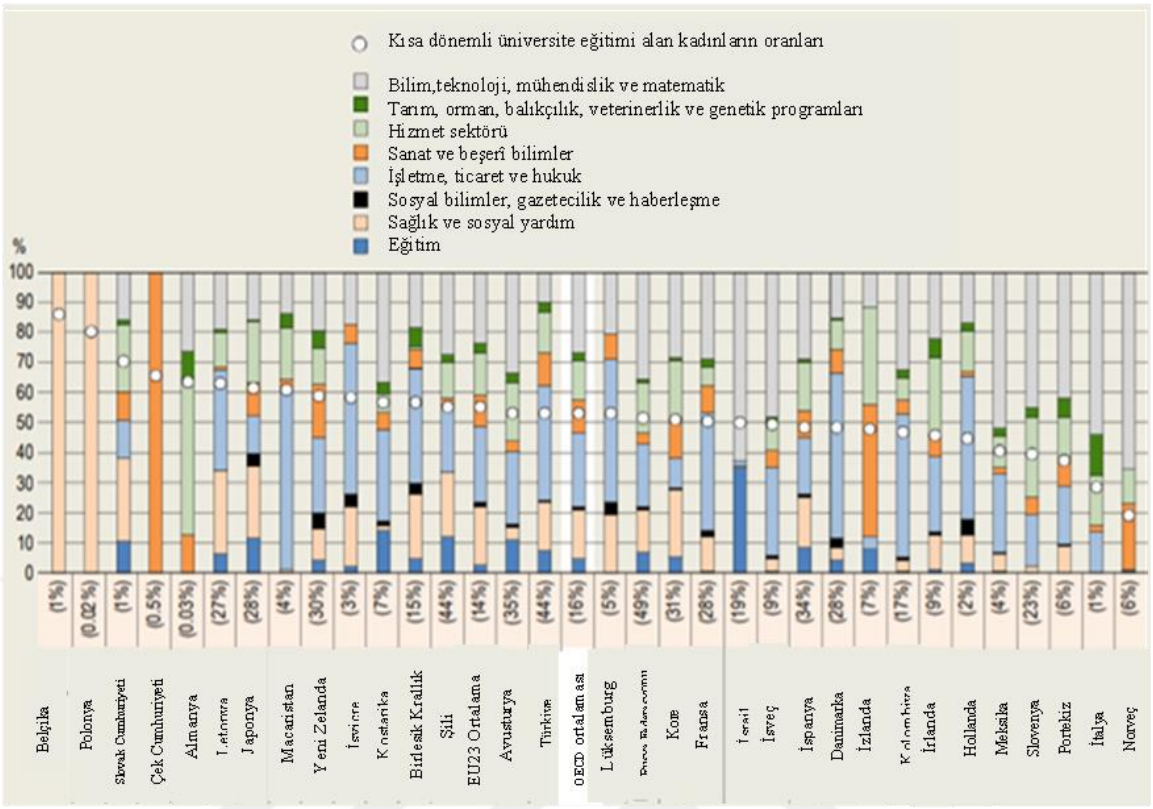
ABD’de Yeni Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards) ile birlikte fen eğitimi keşisen (çapraz) kavramlar [cross-cutting concepts], temel disiplin fikirleri (disiplinlere özgü çekirdek fikirler) (disciplinary core ideas), fen ve mühendislik uygulamaları (science and engineering practices) olarak ele alınmış, mühendislik boyutu müfredata eklenmiştir (NGSS, 2013).

Ülkelerin eğitim politikaları ve eğitim çıktısı beklentileri doğrultusunda STEM’e yeni alanlarda eklenmiştir. Örneğin, STEM’e sanatın eklenmesi ile STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), okuma, din, ve sanat alanlarının eklemesi ile STREAM (Science, Technology, Reading/ Religion, Engineering, Arts, Mathematics) kavramları ortaya çıkmıştır (Akgündüz ve diğ., 2015).

2.3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE STEM EĞİTİMİ

Ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri mühendislik, teknoloji ve fenle ilgili endüstri alanlarının gelişmişliğine bağlıdır. Bu sebeple gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler son yıllarda ekonomik rekabette kalmak için inovasyon kapasitelerini arttıracak yeni yollar aramaya başlamıştır (MITRE, 2016). Fen, teknoloji ve inovasyon, yeni fikirlerin ve ürünlerin oluşmasına zemin hazırlayarak ülkelerin ekonomik gelişimlerine etki etmektedir (Şahin-Topalcengiz ve Yıldırım, 2019). Küreselleşmenin etkisi ile ürün ve finansal pazarlar değişmiş, rekabet artmış, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler ekonomik rekabeti de karmaşıklaştırmıştır. Ekonomik kaygılar birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkenin eğitim programlarını sorgulamalarına neden olmuş ve fen/bilim, teknoloji, mühendislik, ve matematik becerilerinin bir arada kullanılmasına olanak tanıyan STEM eğitiminin önem kazanmasına sebep olmuştur. Dünyada STEM eğitiminin ön plana çıkmasında en önemli etken STEM alanlarında yetişmiş insan gücü arayışıdır. Bu kapsamda, Dünya'da ve Türkiye'de eğitim ve ekonominin bağlarını ortaya koyan çeşitli raporlar yayımlanmıştır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]) tarafından yayınlanan "Bir Bakışta Eğitim (Education at a Glance 2020)" ve Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği (TÜSİAD) işbirliğiyle PwC (PricewaterhouseCoopers) tarafından hazırlanan "2023'e doğru Türkiye'nin STEM gereksinimi raporu" bunlardan ikisidir (OECD, 2020; TÜSİAD, 2017).

OECD'nin hazırladığı "Bir Bakışta Eğitim" raporunda farklı ülkelerde bulunan öğrencilerin yükseköğretime girişte tercih ettikleri bölümlerle ilgili bir kıyaslama yapılmaktadır. Şekil 2.2'de detaylı olarak bu dağılım görülmektedir.

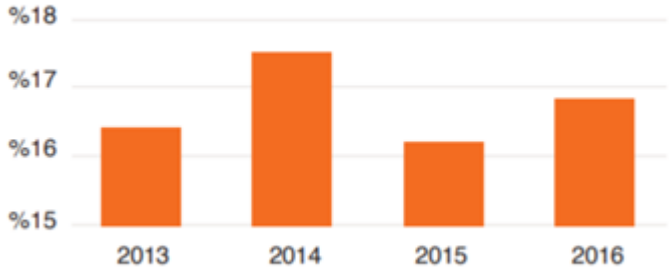


Şekil 2.2: Yükseköğretime yeni girenlerin STEM alanlarına göre dağılımı ve bu alanlardaki kadınların payı (OECD, 2020).

OECD (2020) raporuna göre; OECD ülkelerindeki öğrencilerin yükseköğretime girerken STEM alanlarından birini seçme oranı %27 iken; öğrencilerin %25'inin İş, İdare ve Hukukla ilgili alanları; %15'inin sağlık ve sosyal politikalarla ilgili alanları; %13'ünün hizmet sektörüyle ilgili alanları; %11'inin sanat ve beşerî bilimlerle ile ilgili alanları seçtikleri ortaya konmaktadır. STEM alanlarını tercih eden öğrenci yüzdesine dayalı olarak ülkelerin sıralamasına bakıldığında ilk sırayı Norveç alırken, Türkiye'nin en son sırada yer aldığı görülmektedir. Türkiye'de öğrencilerin sadece %10'unun STEM alanlarını seçtiği görülmektedir.

TÜSİAD iş birliğiyle PwC tarafından hazırlanan raporda, STEM alanlarının ekonomideki kritik rolü, inovasyonda yaratıcılığın rolü ve Türkiye'de STEM alanlarından mezunların yıllara göre dağılımları hakkında bilglere yer verilmiştir (Şekil 2.3). Türkiye'de yaratıcılık ve inovasyon becerilerine sahip birey bulma zorluğu %84 oranında olduğu belirtilmektedir. Türkiye'de STEM alanlarından mezun yetişmiş işgücünün OECD ülkelerinin gerisinde olduğu vurgulanmaktadır (TÜSİAD, 2017). 2013-2016 yılları arasında STEM alanlarından mezun olan öğrencilerin oranının %16 ile %18 arasında değiştiği belirtilmektedir. Raporda, 2023 yılında Türkiye'de imalat, inşaat, dağıtım ve nakliye, madencilik ve taş ocakçılığı, elektrik, gaz, buhar,

su temini ve kanalizasyon ile tarım, ormancılık ve balıkçılık, ticaret ve diğer hizmetler, pazar dışı hizmetler gibi tüm sektörlerde 34 milyon kişinin istihdam edileceği ve bu istihdamda 3,5 milyon kişinin STEM alanlarında olacağına yönelik tahminlere yer verilmektedir (TÜSİAD, 2017). 2016-2023 yılları arasında ise STEM alanlarında istihdamın 1 milyon kişiye yaklaşacağı tahmin edildiği, istihdam ihtiyacının karşılanmasında ise yaklaşık olarak 300 bin kişilik bir açık olacağı belirtilmektedir (TÜSİAD, 2017). Dolayısıyla, STEM alanlarında iş gücünü arttırabilmek için STEM eğitiminde reformlar yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.



Şekil 2.3: Türkiye'de Lisans ve Yüksek Lisans STEM Mezunlarının Toplam Lisans Mezunlarına Oranları. (TÜSİAD, 2017).

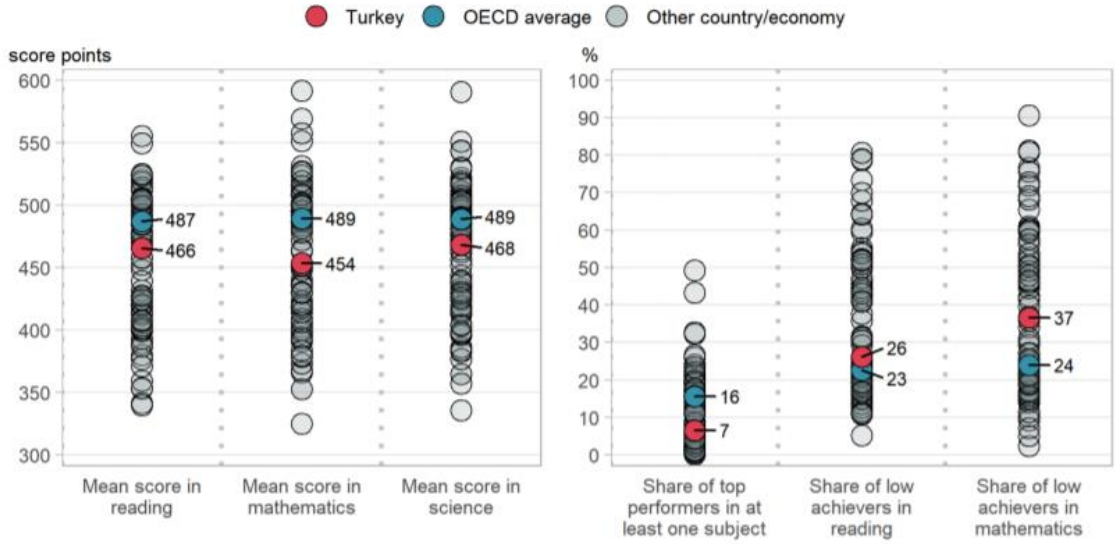
Ülkelerin STEM eğitim reformlarında belirleyici unsurlardan biri öğrencilerinin OECD tarafından gerçekleştirilen PISA (The Programme for International Student Assessment) sınavında gösterdikleri başarıdır. PISA değerlendirme sınavı aralarında Türkiye'nin de içinde bulunduğu 34 ülkedeki öğrencilerinin fen, matematik, okuma ve 21.yy. becerilerini değerlendiren bir sınavdır (Akgündüz, 2018b). PISA sınavı üç yılda bir, rastgele seçilen 15 yaşındaki yaklaşık 5900 öğrenciye uygulanmaktadır (OECD'den aktaran Akgündüz, 2018b). Bu sınav ile fen ve matematik başarısının yanında zorunlu eğitimi bitiren bireylerin modern toplumda ihtiyaç duyacakları bilgi ve becerilere ne ölçüde sahip olduklarını belirlemek amaçlanmaktadır. Ülkeler öğrencilerinin bilgi ve beceri düzeylerini diğer katılımcı ülkelerdeki öğrenciler ile karşılaştırmak ve eğitim sistemlerinde düzenlemeleri yapmak için PISA sonuçlarını kullanmaktadırlar (Akgündüz, 2018b).

Ülkemizin PISA sınav sonuçları yıllara göre değişmektedir. Ülkemizin PISA 2015 yılı sonuçları incelendiğinde OECD ülkelerinin ortalamasının 465 iken ülkemizin fen ortalaması 425'tir (Taş ve diğ., 2016). Fen okur yazarlığında 1. Düzey ve altında bulunan öğrencilerin oranı %44,4 iken, 5. düzey ve üstünde bulunan öğrenci oranı ise %0,3'tür (Taş ve diğ., 2016). Bu oran OECD katılımcı ülkeler için 1.düzey ve altı için %23,3 iken, 5. düzey ve üstü için %5,3'tür. Matematik okuryazarlığı incelendiğinde ise Türkiye matematik ortalaması 420 ve

OECD katılımcı ülkelerin ortalaması ise 461 olarak belirlenmiştir. Matematik okuryazarlığı 1. düzey ve altında bulunan öğrenciler %51,3 düzeyinde iken, 5. düzey ve üstünde ise bu oran %2,01'dir. OECD katılımcı tüm ülkelerde ise 1.düzey ve altı için belirlenen oran %35,8, 5. düzey ve üstü için belirlenen oran %8,2'dir. Bu durum ülkemizdeki öğrencilerin matematik okur yazarlığının diğer OECD katılımcı ülkelerin ortalamalarından düşük olduğunu anlamına gelmektedir.

PISA 2018 sonuçlarına bakıldığında ülkemizdeki öğrencilerin matematik puanlarının (ortalama 454 puan) ve fen (ortalama 468 puan) başarı puanlarının OECD ülkelerinin ortalamasında belirlenen fen için 489 puanın, matematik için 489 puanın altında yer almaktadır (OECD, 2018, s.1). Öğrencilerin PISA sınavında gösterdikleri başarı 7. düzeyde incelenmektedir. Bu düzeyler şunlardır: Düzey 1'in altı [1b düzeyi], Düzey-1 [1a düzeyi], Düzey-2, Düzey-3, Düzey-4, Düzey-5, Düzey-6). Fen bilimlerinde en yüksek düzey 6'dır. Bu düzeyde öğrenciler yer bilimleri, uzay bilimleri ve canlılar bilimlerindeki kavramları anlayıp, bulguları yorumlarken ilgili ve ilgisiz bilgileri ayırt edebilirler. 5. düzeydeki öğrenciler ise karmaşık epistemik bilgileri kullanarak tahminler yapabilirler, bir soruyu bilimsel olarak araştırıp, veri toplayabilirler, veriyi yorumlayabilirler. 2. düzeydeki öğrenciler bilimsel açıklamalar yaparken gündelik hayatta edindikleri bilgileri kullanarak, basit verileri analiz edebilirler. Matematikte en yüksek düzey 6. düzeydir. 6. düzeydeki öğrenciler karmaşık problem durumlarını modelleyebilirler. Bu düzeydelki öğrencilerin matematiksel düşünme ve akıl yürütme becerileri ileri seviyededir. 5. düzeyde yer alan öğrenciler problem çözmek için uygun çözüme karar verebilirler, karmaşık problemleri çözmek için matematiksel modelleri kullanabilirler. 2. düzeydeki öğrenciler temel algoritma, formül, işlem ve alışıldık matematik kurallarını kullanarak, ileri düzey akıl yürütme becerisi gerektirmeyen durumları

yorumlayabilirler.



Şekil 2.4: Türk öğrencilerin fen, matematik ve okuma puanları. [Programme for international student assessment (PISA) results from PISA 2018'den alınmıştır.]

Şekil 2.4 incelendiğinde öğrencilerin %63'ünün matematikte Düzey-2 ve daha yüksek düzeylerde başarı gösterdikleri görülmektedir. Ancak Düzey-2 ve üzerinde yer alan OECD ülkelerinin başarısına bakıldığında ise bu oranın %76 olduğu görülmektedir. Ülkemizde matematik başarısı Düzey-5 ve daha yukarıda olan öğrencilerin oranı sadece %5'tir. Bu oran OECD ülkeleri için %11'dir. Fen ortalamasına bakıldığında ise öğrencilerin %75'i Düzey-2 ve daha yüksek düzeylerde başarı göstermektedir. OECD ülkelerinde ise Düzey-2 ve daha yüksek düzeylerde başarı oranı %78'dir. Ülkemizdeki öğrencilerin sadece %2'si Düzey-5 ve 6'da başarılı olurken, OECD ülkelerinde Düzey-5 ve 6'da başarılı olan öğrenci oranı %7'dir.

Ülkemizin 2011 ve 2015 yılı TIMSS sonuçlarına karşılaştırıldığında ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri ve matematik alanlarındaki başarılarının üst performans grubunda yer almamaktadır (Mullis ve diğ., 2012; Polat ve diğ., 2016). Matematik alanında 8. sınıf düzeyindeki öğrenciler TIMSS 2011'de 452 puan, TIMSS 2015'te ise 458 puan almıştır (Bütüner ve Güler, 2017). 8. sınıf düzeyindeki öğrenciler ise fen bilimlerinden PISA 2011'de 483 puan; PISA 2015'te 425 puan almıştır (Akgündüz, 2018). Ülkemizin 2019 yılı TIMSS sonuçları incelendiğinde dördüncü sınıf öğrencilerinin matematik ortalamalarının 523 puan, sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik ortalamalarının ise 396 puan olarak belirlenmiştir (Mullis ve diğ., 2020). Fen ortalaması ise dördüncü sınıf öğrencileri için 526 puan puan, sekizinci sınıf öğrencileri için ise 515 puan puan olarak hesaplanmıştır (Mullis ve diğ., 2020). TIMSS sınavında katılımcı ülkelerin başarı durumları 500 puan orta nokta alınarak

belirlenmektedir (Mullis ve diğ., 2020). Bu durumda ülkemiz sekizinci sınıf matematik düzeyi dışındaki diğer düzeylerde ilk kez katılımcı ülkelerin ortalamasının üzerinde performans gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durum, ülkemizdeki öğrencilerin 2011 ve 2015 yılı TIMSS sınavlarında fen ve matematik başarılarının uluslararası ortalamanın (500 puan) altında olduğu, 2019 yılı TIMSS sınavında ise sekizinci sınıf matematik düzeyi dışındaki diğer düzeylerde ilk kez uluslararası ortalamanın (500 puan) üzerinde performans sergilendiklerini göstermektedir.

Dünya ülkelerinde PISA ve TIMSS sınav sonuçları göz önünde bulundurularak eğitim reformları başlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avrupa Birliği ülkeleri, Asya ülkeleri STEM eğitimini ilkokul düzeyinden başlayarak uygulamaya başlamışlardır (MEB, 2016). Uluslararası sınavlarda ülkemizin durumu incelendiğinde matematik ve fen puanlarının katılımcı ülkelerin ortalamalarının altında olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin bu alanlardaki başarısızlıkları araştırılmalı ve başarısızlıklarının giderilmesi için gerekli adımlar atılmalıdır. STEM eğitimi ile öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme gibi farklı becerilerinin geliştirilmesi hedeflendiğinden PISA ve TIMSS sınav sonuçları başarılarının da artacağı düşünülmektedir (Aydeniz, 2017; Yıldırım, 2018b).

2.3.1. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da STEM Eğitimi

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde ilk olarak 1802 yılında Batı Noktası Ordu Akademi'sinin (The United States Military Academy) açılmasıyla STEM hareketinin başladığı görülmektedir. Bu akademi ile amaçlanan ülkedeki yol, bina, köprü gibi ihtiyaçları karşılayabilecek uzman personelin yetiştirilmesidir (Jolly, 2009). Bu akademinin açılışından sonra ise 1862 yılında Morrill Hareketi ile tarım ve kişilerin iş becerilerini arttırmak amacıyla üniversitelere araştırma yapmaları için fonlar ayrılmıştır. Verilen araştırma fonları ile üniversitelerin mühendislik ve fen alanlarında program oluşturmaları beklenmese de bununla sonuçlanmıştır (Butz ve diğ., 2004).

Sovyetler Birliği'nin 1957 yılında Sputnik adlı aracı uzaya göndermesi, ABD'nin ve uzay yarışında geride kalmak istememesi üzerine STEM alanlarında eğitim verilmesi ve bu alanlarda uzman insan gücü yetiştirmek ulusun öncelikli hedefi olarak kabul edilmiştir (Akgündüz, 2018; Burke ve McNeill, 2011). Bu amaçla, ilk olarak 1958 yılında Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) kurulmuştur. STEM alanlarında mühendis ve bilim insanı yetiştirmek amacıyla yenilikçi öğretim programı geliştirme çalışmalarına başlanmıştır. NASA'nın kuruluşundan 11 yıl sonra 1969 yılında Apollo 11 uzay aracı ile Ay'a ilk insanlı

uçuş gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların dışında Mars, Jüpiter gibi farklı gezegenlere uzay araçları gönderilmiş, bu gezegenlerle ilgili araştırmalar yapılmıştır. Günümüzde kullandığımız birçok araçta (örneğin kablosuz ağ, joystick gibi) NASA'nın bu seyahetleri ve uzay araçlarını planlaması sürecinde geliştirilmiştir (Akgündüz, 2018).

ABD'de de 1958 yılında Ulusal Savunma Eğitim Hareketi başlatılmış ve bu eğitim hareketi ile matematik, fen ve yabancı dil eğitimiyle ilgili özelleştirilmiş kursların verilmesine başlanmıştır (Granovskiy, 2018). Eğitim alanındaki bu gelişmeleri 1965 yılında İlköğretim ve Ortaöğretim Eğitim Hareketi takip etmiştir (Gamson ve diğ., 2015). Üst sınıflardaki Amerikan öğrencileri 1963 yılında yapılan matematik sınavlarında düşük başarı gösterince İlköğretim ve Ortaöğretim Eğitim Hareketi ile eğiitm felsefesinde köklü bir değişikliğe gidilmiştir. 1983 yılında yayınlanan "Ulusumuz Tehlikede (A Nation at Risk)" raporu ile Amerikan okullarındaki fen ve matematik eğitiminin bir kriz sürecinde olduğu; matematik ve fen alanlarından mezuniyet şartlarının daha ölçülebilir olması gerektiği yönünde öneriler gelmiştir (Hewitt, 2008). Bu çağrıya bağlı olarak önce 1989 yılında sonra ise 2000 yılında matematik öğretim programında (National Council of Teachers of Mathematics: Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği, 1989, 2000) ve 1996 yılında ise fen öğretim programında (NRC, 1996) değişiklik yapma yoluna gidilmiştir.

Yirmi birinci yüzyılın başlarında STEM eğitimine ilgi daha da artmış, gelişmiş ülkelerle ekonomik rekabetin fen ve matematik alanlarındaki becerilerle sağlanabileceği yönündeki inanç artmıştır (Glenn, 2000). 2000 yılında yapılan "Geride Hiçbir Çocuk Kalmamalı" (No Child Left Behind [NCLB]) yasası ile 2002-2015 yılları arasında Amerika'daki yoksul, etnik gruplardan gelen ve İngilizce okur-yazarlığı kısıtlı olan çocukların eğitim düzeyini arttırmayı hedef alsa da Amerika'daki tüm devlet okulları bu yasadan etkilenmiştir (Maltese ve diğ., 2015). Bu yasa ile tüm öğrenciler bulundukları eyaletlerde matematik ve okuma-yazma sınavlarına tabi tutulmuştur ve okulların başarı durumları bu sınavlar ışığında belirlenmiştir. NCLB ile fen her eyaletin öğretim programına dahil edilmiş; ancak eyalet düzeyindeki sınavlarda test edilmemiştir (Maltese ve diğ., 2015). Bu reformdan sonra farklı kurumlar (örneğin Ulusal Fen Ajansı (National Science Board [NSB]) 2007'de; Başkanlık Fen ve Teknoloji Öneri Ofisi (President's Council of Advisors on Science and Technology) 2012'de) STEM eğitiminin önemi ve geliştirilmesi ile ilgili farklı raporlar yayınlamışlardır. Bu raporlarda öne çıkan vurgu: (1) Ülkenin innovasyon çalışmalarını yapabilmesi için bireylerin yeteneklerinin geliştirilmesi önemlidir. (2) Teknoloji okur-yazarlığı bireyin STEM alanlarında çalışıp-çalışmamasına bakılmaksızın, bilinçli üreticiler olmasında önemli bir faktördür. (3)

STEM eğitimi bireylerin demokratik karar verme kabiliyetini geliştirir ve dünyada var olan olaylarla ilgili genel bir fikir sahibi olmalarına yardımcı olur (Ulusal Mühendislik Akademileri: National Academies of Engineering [NAE] ve Ulusal Araştırma Akademileri: National Research Council [NRC], 2014). Buradan hareketle alanlar arası entegrasyonu vurgulayan STEM eğitiminin yapıldığı bilimsel ve öğretimsel ortamların, bilimsel ve teknik yeterliliklere sahip yetişmiş insan gücünü hazırlamada, teknoloji ve bilimsel okur-yazarlığı olan bireylerin yetiştirilmesinde STEM eğitiminin rolü vurgulanmıştır (NAE ve NRC, 2014).

ABD'de STEM eğitimi, STEM alanlarında öğrencilerin ulusal ve uluslararası sınavlarda başarısızlık göstermeleri, STEM braşlarına olan ilgilerinin azalmaları, STEM alanlarında yetişmiş uzman bulma zorluklarından kaynaklanarak önem kazanmış ve eğitim reformları yapılmıştır (Kelley ve Knowles, 2016). Öğrencilere fen ve mühendislik entegrasyonu ile ilgili bilgi, beceri ve yetenekleri kazanırdırmak amacıyla 2013 yılında Gelecek Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards [NGSS]) yayımlanmıştır. Bu reform hareketinden önce ise Amerikalıların fen, matematik ve teknoloji okur- yazarlıklarını arttırmak amacıyla "Proje 2061 (Project 2061)" raporu yayınlanmıştır (AAAS, 2019).

Günümüzde, ABD'de STEM eğitiminin yaygınlaşması ve STEM eğitiminin hedeflerine ulaşılması amacıyla seçici STEM okulları (selective STEM schools), kapsayıcı STEM okulları (inclusive STEM schools), STEM kariyer odaklı ve teknik eğitim okulları (schools with STEM-focused career and technical education) gibi farklı kategorilerdeki okullarda eğitimlere devam edilmektedir (MEB, 2016; NRC, 2011).

Kanada'da hükümet, kamu ve özel sektör kuruluşları arasında güçlü bir işbirliği bulunmaktadır. STEM eğitimi ile ilgili reformlar hem federal hem de eyalet hükümetleri tarafından özel sektör kuruluşlarıyla birlikte çalışılarak yapılmaktadır. Kanada'nın federe eğitim sisteminin yapısı ve anayasal gereklilikler nedeniyle, federal hükümet okul çağındaki öğrencilerin eğitimi ile ilgili politikalara doğrudan dahil değildir. Bununla birlikte, federal araştırma konseylerinin birçoğu, Kanada Sağlık Araştırmaları Enstitüleri (CIHR) ve Ulusal Bilimler ve Mühendislik Araştırma Konseyi (NSERC) dahil olmak üzere STEM disiplinlerini kapsar. Buna ek olarak, Kanada Mükemmeliyet Merkezleri Ağları (NCE), STEM disiplini temelli birkaç araştırma odaklı üniversite dahil olmak üzere, endüstri ve hükümet ortaklıklarını desteklemektedir. Bununla birlikte, araştırmanın dışında, federal hükümetin STEM yatırımlarının çoğu, STEM ağlarını, kariyer aracı geliştirmeyi ve bilim fuarlarını ve STEM yarışmalarını finansal olarak desteklemeye ayrılmaktadır.

Her Kanada eyaleti kendi müfredatını ve genel eğitim sistemini kontrol ettiğinden, Kanada Eğitim Bakanları Konseyi (CMEC), STEM dahil olmak üzere eğitimle ilgili ulusal politikaların ve hedeflerin belirlenmesinde merkezi figür olarak hareket eder. CMEC, 1967'de kurulan, her il ve bölgeden Eğitim Bakanı'nı içeren hükümetler arası bir organdır. 13 il ve bölge arasında ulusal bir gözetim aracı olarak görev alır ve fikirleri, en iyi uygulamaları daha iyi paylaşılmasını sağlar. CMEC, bilim ve matematiğe vurgu yapsa da, STEM eğitimi ile ilgili çoğu ulusal hükümet çabasına da öncülük etmiştir.

Kanada Bilim Konseyi (SCC), Her Öğrenci için Bilim: Yarının Dünyası için Kanadalıları Eğitmek (Kanada Bilim Konseyi, 1984) başlıklı bir rapor yayınlamıştır ve tavsiyeler üç genel alan etrafında toplanmıştır: Herkes için Fen Eğitimi, Fen Eğitimini Yeniden Yönlendirme ve Bilimi İzleme Eğitimi. Her Öğrenci için Bilim'in yayınlanmasından sonra, fen müfredatı geliştirme, bilimsel okuryazar bir nüfus geliştirmenin önemini vurgulamaya başlamıştır. CMEC, değerlendirmeleri ulusal düzeyde kullanmaya çalışan ilk kurumdur. 1989'da CMEC, ulusal bir değerlendirmenin unsurları üzerinde bir fikir birliğine varmak için ilk girişim olan Okul Başarı Göstergeleri Programını (SAIP) da başlatmıştır (Fournier, 2001). Kanada'da STEM Politikası 13 ve 16 yaşındaki öğrenciler için 1993'te ilk Pan-Kanada değerlendirmesi adı altında uygulanmıştır. Daha sonra Kanada`da SAIP Mathematics II ve III, sırasıyla 1997 ve 2001'de uygulanmıştır.

Kanada anayasası okullarda zorunlu bir mufredat kullanımını yasaklasa da, 1997'de CMEC, müfredat geliştiricilere yön sağlamak amacıyla Ortak Bilim Öğrenme Sonuçları Çerçevesi, K'den 12'ye: Pan-Canadian Protocol for Collaboration on School Curriculum'u (CMEC, 1997) yayınlamıştır. Bu çerçeve ile Kanada genelinde ve fen müfredatını revize ederken eyaletler arasında fen öğrenimini uyumlu hale getirmek amaçlanmıştır. SAIP, bilimde pan-Kanada başarı standartlarını belirleme kararında tek belirleyici olmasa da, yargı bölgelerini böyle bir projeye katılmanın avantajları konusunda ikna etmede rol oynamıştır. Birçok yargı yetkisi bu öğrenme çıktılarını da benimsemiştir (Fournier, 2001).

2.3.2. Avrupa Ülkelerinde STEM Eğitimi

Avrupa'daki öğrenciler de uluslararası sınavlarda matematik ve fen bilimlerinde düşük başarı göstermektedirler. Uluslararası sınavlarda en üst çeyrekte başarılı olan öğrencilerin bile sadece beş tanesi STEM alanlarında uzmanlaşmayı tercih ettiğinden öğrencilerin düşük başarı durumları Avrupa ülkelerinin eğitim sistemleri üzerine de bir baskı oluşturmuştur (Holdren ve diğ., 2013). Avrupa ülkelerinin PISA ve TIMSS sınavlarındaki başarı durumlarının yanı sıra

ekonominin iş gücü ihtiyaçları, ülkeler arası ekonomik rekabet gibi faktörler, STEM eğitimine yönelik yapılan yatırımları ve reform hareketlerini etkilemiştir. Avrupa Birliği 2013 ile 2025 yılları arasında Avrupa'da STEM alanlarında 2,300,000 STEM profesyoneline ihtiyaç olduğunu belirtmiştir (Amato ve Siri, 2019). Avrupa ülkeleri STEM alanlarındaki bu ihtiyacı gidermek ve uluslararası sınavlardaki öğrenci başarılarını arttırmak amacıyla eğitim alanına daha fazla yatırım yapmıştır. Avrupa ülkelerinin STEM eğitiminin geliştirilmesine yönelik farklı çalışmaları mevcuttur. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Norveç: Ülkede STEM eğitimi 2002 yılında yayınlanan "Tabiki STEM (STEM of Course) stratejik planıyla öncelikli alanlar içiresine dahil edilmiştir (Kearney, 2016; MEB, 2016). Bu stratejide; STEM konularının yenilenmesi, öğrencilerin STEM alanlarında yetenek, ilgi ve motivasyonlarının arttırılması, matematik başarısı düşük olan öğrenci sayısının azaltılması, STEM alanlarında yüksek başarı gösteren öğrenci sayısının arttırılması, okul öncesinden ortaöğretim düzeyine kadar tüm düzeylerde çalışan öğretmenlerin STEM konularını ve becerilerini öğretme düzeyinin arttırılması hedeflenmiştir (Kearney, 2016; MEB, 2016).

Hollanda: Hollanda'da öğrencilerin fen ve teknoloji alanlarına ilgilerini arttırmak amacıyla Feni Seç (Choose Science) eğitim reformu ile lise eğitimi yeniden yapılandırılmıştır (Biermans ve diğ., 2004). Ancak bu reform hareketi istenilen başarıya ulaşmadığından 2004 yılında Delta Teknoloji ve Fen Planı (Delta Plan Science and Technology) yayımlanmıştır. Delta Teknoloji ve Fen Planı 2004-2010 yılları arasında yenilik sağlayabilecek çalışanları (bilim insanları ve mühendisler) fen ve teknoloji alanlarında eğitmek amacıyla benimsenmiştir. Bu planın günümüzde devam boyutu ise Ulusal STEM Platformu (National STEM Platform) kısmıdır (Kearney, 2016; MEB, 2016). Ulusal STEM Platformu aracılığı ile eğitim ve farklı iş sektörleri arasında koordinasyon sağlanırken STEM alanlarında ihtiyaç duyulan STEM uzmanlarının yetiştirilmesi hedeflenmiştir.

Fransa: Fransa'da öğrencilerin STEM disiplinlerine ve kariyer alanlarına olan ilgiyi arttırmak amacıyla eğitim sistemlerinde yapılandırmalar gerçekleştirilmiştir. Ülkede öğrenciler lise düzeyinde üç farklı programa devam edebilmektedirler. Bu programlar; akademik odaklı programlar (Academically-oriented Baccalauréat Général), profesyonel odaklı programlar (professionally-oriented Baccalauréat Professionnel) ve mesleki odaklı programlar (Certificat d'Aptitude Professionnelle ve the Brevet d'Études Professionnelles) şeklindedir (Oliveira ve Roberts, 2013). Bu üç farklı programa devam eden öğrenciler STEM alanlarında uzmanlaşabilmektedirler (Oliveira ve Roberts, 2013). Ancak özellikle akademik odaklı programlardan mezun olan öğrenciler STEM alanlarında üst pozisyonlarda istihdam

edilmektedir (Oliveira ve Roberts, 2013). 2011 yılında başlatılan stratejik plan ile bu okulların fen bilimleri, teknoloji ve matematik müfredatlarında ve ders saatlerinde değişime gidilmiştir. Örneğin, akademik odaklı (Baccalauréat Général) bir okulda öğrenim gören öğrenci matematik, geometri, istatistik, fizik, kimya, biyoteknoloji, toplum ve sağlık, teknolojik inovasyonlar gibi STEM ağırlıklı dersler almaktadır (MEB, 2016; Oliveira ve Roberts, 2013). Meslek odaklı bir okulda öğrenim gören öğrenci ise üst düzey teknolojik becerileri kazanabilecekleri matematik ağırlıklı dersler almaktadırlar (Oliveira ve Roberts, 2013). Bunun yanında 2015 yılında ilkokul ve ortaokul düzeyi için yeni öğretim programları da hazırlanmıştır (MEB, 2016).

Malta: Öğrencilerin uluslararası sınavlardaki başarılarını ve fen alanlarında öğrenci sayısını arttırmak amacıyla 2011 yılında "Fen Eğitimi İçin bir Vizyon Belgesi (A Vision for Science Education in Malta) stratejik planı yayımlanmıştır ve STEM eğitimi önem kazanmıştır. Bu stratejik plan ile devlet üniversitelerinden, özel üniversitelerden ve kilise himayesindeki üniversitelerden seçilen uzmanlardan bir çalışma grubu oluşturulmuş, yetenekli öğrencilere istedikleri bilim dallarını seçme, sınıf yükseltme olanağı verilmiştir (Kearney, 2016; MEB, 2016).

Hırvatistan: STEM alanlarında yetişmiş işgücü ihtiyacı, ekonomik kaygılar, uluslararası sınavlarda öğrencilerin başarı durumlarının iyileştirilmesi gibi sebepler nedeniyle 2014 yılında yeni bir strateji (Nove boje znanja) benimsenmiştir. Eğitim, bilim ve teknoloji alanlarında belirlenen bu yeni strateji ile STEM alanlarının çekiciliği vurgulanmış ve her bireye bu alanlarda eğitim alma hakkı tanınmıştır. Ayrıca 2025 yılına kadar olan süre için de hedefler belirlenmiştir. Hayat boyu öğrenmenin temel alındığı bu stratejik planda yeni olanakların yaratılması, endüstriyel liderlik, kaliteli eğitim yaratma gibi kavramlara da vurgu yapılmıştır (Kearney, 2016; MEB, 2016).

Litvanya: Öğrencilerin uluslararası sınavlardaki başarı durumu, STEM alanlarına ve mesleklerine olan ilginin hedeflenen düzeyde olmaması, ekonomik kaygılar gibi nedenlerden ötürü Litvanya'da 2015-2020 yılları arasını kapsayan STEAM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Tasarım ve Matematik) eylem planı yayımlanmıştır. Bu eylem planı ile öğrenme çıktıları belirlenmiştir ve öğrencilerin ilgilerinin STEAM alanlarına çekilmesi hedeflenmiştir. Bunun yanında öğretim programlarında da yeniliklere gidilmiş, öğretmenlerin STEAM alanlarında yeterliklerinin arttırılması hedeflenmiştir (Kearney, 2016; MEB, 2016).

İngiltere: İngiltere'de STEM reformları Sir Garth Roberts'in raporunda dikkat çektiği matematik ve fen bilimleri alanlarında yetişmiş öğrenci ihtiyacı üzerine temel alınarak hazırlanmıştır (Wong ve diğ., 2016). İstihdam ve Öğrenme Dairesi (DEL, Department for

Employment and Learning) ve Eğitim Bakanlığı (DE, Department of Education) 2011 yılında STEM Yoluyla Başarı (Success Through STEM) raporunu yayımlamıştır. Raporda dört farklı alanda öneriler sunulmuştur. İlk bölümde iş dünyasının STEM'in teşvik edilmesindeki rolüne, ikinci bölümde STEM öğretimiyle ilgili engellerin giderilmesine, üçüncü bölümde eğiitmde esnekliğin önemine, dördüncü bölümde ise hükümetin STEM eğitimine olan desteğini daha iyi koordine etmesi gerektiği belirtilmiştir (Ay ve Seferoğlu, 2021). Ayrıca 1999-2011 yılları arasında ilk ve ortaokulların geliştirilmesini hedef alan ulusal bir strateji de geliştirilmiştir (Kearney, 2016; MEB, 2016).

Finlandiya: Finlandiya'da öğrenciler uluslararası sınavlarda üstün başarı göstermektedirler. Öğrencilerin uluslararası sınavlardaki başarılarının devamlılığını sağlamak amacıyla 2013 yılında Finlandiya LUMA Merkezi (Finland LUMA Centre) kurularak öğrencilere ve öğretmelere fen bilimleri, teknoloj ve matematik alanlarında eğitimler verilmeye başlanmıştır. Finlandiya'da okulöncesi, ilköğretim ve ortaöğretim müfredatlarında STEM eğitiminden bahsedilmemektedir. Ancak Fince Ulusal Ana Müfredat'ında (Finnish National Core Curriculum) birden fazla disiplinin ilişkilendirildiği bütünleşik modüller kavramı yer almaktadır (Peltomaa ve Paterson, 2022). Her akademik yılda en az bir bütünleşik modül okul öncesinden lise düzeyine kadar tüm düzeydeki öğrencilere sunulmalıdır (Peltomaa ve Paterson, 2022). Ayrıca Finlandiya Ulusal Eğitim Ajansı (Finnish National Agency for Education) birçok STEM ve STEAM projesini de desteklemiştir. Üniversitelerin, enstitülerin ve diğer kuruluşlarında kendi geliştirdikleri STEM eğitim stratejileri de bulunmaktadır (Kearney, 2016; MEB, 2016).

İtalya: İtalya'da da iş dünyasının STEM alanlarında yetişmiş işgücü ihtiyacı, ekonomik kaygılar ve öğrencilerin uluslararası sınavlardaki başarı durumları gibi etmenler STEM eğitimine olan yatırımları ön plana çıkarmıştır (Amato ve Siri, 2019). İtalya'da Ulusal Eğitim Araştırmaları İnovasyon Dokümantasyonu Enstitüsü (National Institute for Educational Research Innovation Documentation) tarafından yayımlanan İtalyan Ulusal Dijital Okul Planı (Italian National Digital School Plan)'nda İtalya'daki okullarda inovasyonu teşvik edecek yeni öğretim yaklaşımlarının, yöntem, teknik ve malzemelerin kullanımının gerekliliğine dikkat çekilmiştir (Amato ve Siri, 2019). Ülkede ulusal bir STEM stratejisi bulunmamasına rağmen, STEM eğitimi ülkenin Millî Eğitim Bakanlığı'nca öncelikli hedeflerine alınmıştır ve bakanlığın yayınladığı "İyi Okul: Ülkemizin büyümesine yardım edelim" genelgesinde de STEM eğitimine değinilmiştir (Amato ve Siri, 2019; Kearney, 2016; MEB, 2016).

Avusturya: Avusturya'da STEM alanlarında artan yetişmiş işgücü ihtiyacı ve ekonomik kaygılara bağlı olarak 1998 yılından beri İnovasyon Okulları Zirveye Çıkarır (Innovation Makes Schools Top) programını devam ettirmektedir (Kearney, 2016; MEB, 2016). Bu program Federal Eğitim Bakanlığı (Federal Ministry of Education) tarafından fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarında yenilikçi eğitim yöntemlerini desteklemek amacıyla yürütülmektedir (Kearney, 2016; MEB, 2016).

İspanya: İspanya'da belirlenmiş bir STEM eğitim politikası bulunmamaktadır (Kearney, 2016; MEB, 2016). Ancak öğrencilerin STEM alanlarında becerilerinin arttırılmasına, uluslararası sınavlarda (PISA ve TIMSS) fen ve matematik alanlarında başarıların arttırılmasına yönelik olarak LOMLOE olarak bilinen bir kanun hayata geçirilmiştir (Estévez-Mauriz ve Baelo, 2021). Ayrıca ülkenin farklı bölgelerinde öğretmenlere yönelik STEM eğitimleri verilmiştir ve "TIC STEAM", "STEM Talent Girl" ve "Poderosas" gibi STEM alanlarında farklı projelerde yürütülmüştür (Estévez-Mauriz ve Baelo, 2021).

2.3.3. Asya Ülkelerinde STEM Eğitimi

PISA ve TIMSS sınavlarındaki başarı durumu, ekonominin iş gücü ihtiyaçları, ülkeler arası ekonomik rekabet gibi faktörler ülkelerin STEM eğitimine yönelik yaptığı yatırımları ve reform hareketlerini etkilemektedir. PISA ve TIMSS sınavları sonuçları incelendiğinde her iki sınav içinde Singapur, Çin, Tayvan, Japonya ve Güney Kore ilk 10'da yer almaktadır. Bu ülkelerin gayrı safi yurt içi hasıla toplamları küresel gayrı safi yurt içi hasılanın %20'sini, Avrupa Birliği gayrı safi yurt içi hasılasının ise %110'unu oluşturmaktadır ve 18 trilyon dolardan fazla gayrı safi yurt içi hasıla ile Asya ekonomileri arasında baş aktör olarak yer almaktadırlar (World Bank, 2018). Bu ülkelerin eğitim sistemleri sınav odaklı olmasına rağmen matematik ve fen başarıları ile sıralamada üst sıralarda yer almaktadırlar.

STEM disiplinlerine girişimcilik, sanat gibi alanlarda entegre edilerek "E-STEM", "STEAM "gibi farklı kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Asya ülkelerinden Çin ve Singapur'da fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin bütünleştirilmesini esas alan "STEM" kavramı kullanılmaktadır (Li ve diğ., 2020). Güney Kore'de ise "STEAM" eğitim yaklaşımı esas alınarak sanat ve diğer disiplinlerin entegrasyonuna odaklanılmıştır (Li ve diğ., 2020). Asya ülkeleri küresel bilgi ekonomisinde bireylerden beklenen değişen özelliklerin ve ekonomik yapıların değişimine paralel olarak STEM eğitimine önem vermişlerdir ve geliştirilmesine yönelik farklı stratejiler uygulamışlardır (Li ve diğ., 2020). Örneğin, Çin'de 16. yüzyıla kadar farklı buluşlar ve teknolojiler geliştirilmesine rağmen sormasında bir durgunluk

dönemi yaşanmıştır (Li ve diğ., 2020). Bu durgunluğun önüne geçmek için ise son 20 yılda fen ve teknoloji alanlarında gelişme sağlamak için bir dizi reformlar gerçekleştirilmiştir (Saray ve Gökdemir, 2007). Fen ve teknolojinin geliştirilmesi için 1995 yılında ulusal kalkınma stratejisi yayınlanmıştır ve strateji ile tarım, sanayi, yüksek teknoloji, temel bilimler alanlarında araştırılmaların arttırılması hedeflenmiştir. Sonrasında 2006 yılında ise 2006-2020 yıllarını kapsayan Ulusal Orta ve Uzun Vadeli Bilim ve Teknoloji Geliştirme Programı (The National Medium and Long Term Program for Science and Technology Development) ilan edilmiştir (Li ve diğ., 2020). Bu program ile Çin endüstrisinin yeniden yapılandırılması, yenilik odaklı yatırımlar ile ekonominin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Li ve diğ., 2020). 2016 yılında ise İnovasyona Dayalı Kalkınma Ulusal Stratejisinin Ana hatları (Outline of the National Strategy on Innovation Driven Development) programı yayınlanmıştır (Li ve diğ., 2020). Bu program da ise Çin'de önümüzdeki 30 yıl içinde inovasyona bağlı olarak gerçekleştirilmesi planlanan hedefler yer almaktadır (Li ve diğ., 2020).

Fen ve teknoloji alanlarının geliştirilmesine yönelik yapılan bu çalışmalar dışında Çin'de eğitim alanında da yenilikler yapılmıştır. 2016 yılında bütünleşik STEM eğitimi ulusal müfredat vizyonuna eklenmiştir (Li ve diğ., 2020). 2017 yılında İlköğretim Okulları için Fen Müfredatı için Fen Kazanımları (Science Curriculum Standards for Primary Schools) ile STEM eğitimi, teknoloji ve mühendislik kavramları fen derslerine eklenmiştir (Li ve diğ., 2020). Lise düzeyinde ise STEM dersleri farklı dersler (biyoloji, kimya, fizik, coğrafya gibi) üzerinden yürütülmesine rağmen Milli Eğitim Bakanlığı (Ministry of Education) disiplinlerarası öğrenmeyi teşvik etmiştir (Li ve diğ., 2020). 2017 yılında ise Normal Lise Biyoloji Müfredatı Kazanımları (Ordinary High School Biology Curriculum Standard) ile biyoloji öğretimine mühendislik görevleri eklenmiştir (Li ve diğ., 2020). Ulusal Eğitim Bilimleri Enstitüsü (The National Institute of Education Sciences) 2017 yılında Çin'in mevcut STEM eğitimini inceleyen Çin'de STEM Eğitimi Üzerine Beyaz Kitap'ı (White Paper on STEM Education in China) yayımlamışlardır. 2018 yılında da Çin STEM Eğitimi 2029 İnovasyon Eylem Planını (China STEM Education 2029 Innovation Action Plan) yürürlüğe koymuşlardır (Li ve diğ., 2020).

Japonya'da ise 19. Yüzyıla kadar dış dünyaya kapalı kalmıştır (Derya, 2015). 19. yüzyıl sonrasında batılı devlerle ile ilişkileri sırasında yurtdışından gelen teknolojileri özümsemeye başlamışlardır (Derya, 2015). 1995'te Bilim ve Teknoloji Temel Yasası (the Science and Technology Basic Law) ilan edilmiştir ve 1996 yılında beş yıllık ilk Bilim ve Teknoloji Planı yayınlanmıştır (Li ve diğ., 2020). Bu plan ilan edildikten sonra araştırma ve geliştirme

alanlarına yapılan yatırımlar, yayımlanan bilimsel yayınlar artmıştır. Japonya 21. yüzyılda doğa bilimlerinde dünyanın en yüksek Nobel Ödüllerine sahip olmasına rağmen son yıllarda bilim ve teknoloji alanlarında uluslararası sıralamalarda geriye düşmektedir. Bu sebeple 2007 yılında İnovasyon 25 (Innovation 25) ile tıp, mühendislik, bilgi teknolojileri gibi farklı alanlarda inovasyon yaratmayı hedefleyen uzun vadeli stratejik hedeflerini yayınlamıştır. Bunun dışında Kapsamlı Bilim, Teknoloji ve İnovasyon Stratejisi (the Comprehensive Strategy on Science, Technology and Innovation) ve 2016 yılında 5. Fen ve Teknoloji Temel Planı (Science and Technology Basic Plan) yayımlanmıştır (Li ve diğ., 2020). Eğitim alanında ise 1998 yılında ilkokuldan liseye kadar aşamalı olarak disiplinlerin entegrasyonu programı Eğitim, Kültür, Spor, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology) tarafından yürürlüğe konmuştur. 2002 yılında Bilimsel Okuryazarlığın Geliştirilme Girişimleri (Science Literacy Enhancement Initiatives) kapsamında süper fen liseleri (super science high school) açılmıştır (Li ve diğ., 2020). 2020 yılından itibaren de kodlama ve yazılım dersleri ilkokuldan itibaren zorunlu bir ders olarak müfredata eklenmiştir (Li ve diğ., 2020).

Güney Kore ise 1960'lı yıllardan itibaren fen ve teknoloji destekli ekonomik kalkınmayı benimsemiştir. Bu amaçla 1962 ve1997 yılları arasında yedi adet eğitim, araştırma ve geliştirme alanlarında gelişimi hedefleyen Beş Yıllık Kalkınma Planlarını başarılı bir şekilde uygulanmıştır (Çakmak, 2016). 2001 yılında yürürlüğe giren Bilim ve Teknoloji Çerçeve Yasası (The Framework Act on Science and Technology) ile fen ve teknoloji alanlarında gelişim hedeflenmiştir (Liv ve diğ., 2020). Ülkede bu yasaya dayandırılarak her beş yılda bir Ulusal Bilim ve Teknoloji Temel Planı (the Basic Plan for National Science and Technology) yayınlanmaktadır. Kore hükümeti, STEAM (fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematik) eğitimini İkinci Temel Bilim ve Teknolojide Yetişmiş İnsan Kaynakları (The second basic plan to foster and support human resources in science and technology) planı ile 2011-2015 yılları arasında başlatmıştır (Hong, 2017). Kore İleri Fen ve Yaratıcılık Vakfı (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity) ise STEAM programının ulusal düzeyde uygulanmasını, öğretmenlerin STEAM eğitiminde bilgi, becerileri ve yeterliklerinin arttırılmasını ve yeni içeriklerin geliştirilmesini koordine etmiştir (Hong, 2017). STEAM Sınıfları için Öğrenme Standartları Çerçevesi (Learning Standards Framework of STEAM Classes) ise STEAM sınıflarında hedeflenen davranış, bilgi ve becerileri içeren bir program olarak ülkede kullanılmaya başlanmıştır (Hong, 2017).

Singapur'da 1990 yılından sonra inovasyon ve teknoloji alanlarında politikalar belirlemenye başlamıştır. Bu amaçla 1991'de ilk beş yıllık teknoloji planı başlatılmıştır ve bilim, teknolojinin geliştirilmesine yönelik yatırımlar yapılmıştır (Li ve diğ., 2020). 2016 yılında yayımlanan son beş yıllık kalkınma planında ise bilgiye, inovasyona dayalı bir ekonominin geliştirilmesi hedeflenmiştir (Li ve diğ., 2020). Singapur'da STEM eğitime yönelik ulusal politikalar son dönemde oluşturulmuştur. STEM İnnovasyon (STEM Inc) 2014 yılında STEM eğitimini desteklemek amacıyla kurulmuştur (Li ve diğ., 2020). Bu program kapsamında STEM Uygulamalı Öğrenme Programları (STEM Applied Learning Programmes) ve STEM Endüstriyel Ortaklık Programları (STEM Industrial Partnership Programmes) başlatılmıştır (Li ve diğ., 2020).

Özetlemek gerekirse bu dört Asya ülkesi incelendiğinde farklı ulusal sorunları bulunmasına rağmen bilim ve teknoloji aracılığıyla dünyada daha rekabetçi olmayı hedefledikleri görülmektedir. Bilim ve teknoloji alanlarıyla ilgili politikaların benimsenmesi eğitim sistemlerinde de kaçınılmaz olarak değişiklikler yapmalarına, STEM eğitimini öğretim programlarına dahil etmelerine neden olmuştur.

2.3.4. Diğer Ülkelerde STEM Eğitimi

Uluslararası sınavlardaki matematik ve fen alanlarındaki başarı durumu, ekonomik kaygılar, STEM alanlarında yetişmiş işgücüne duyulacak ihtiyaç gibi sebeplerden dolayı Brezilya, Yeni Zelanda ve Avusturalya'da da STEM eğitimine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir:

Brezilya: Brezilya STEM eğitimini geliştirmek için 2009 yılında "STEM Brasil" ve "Science without Borders" programlarını başlatmıştır (MEB, 2018a). "STEM Brasil" program ile öğretmenlerin STEM becerilerinin arttırılması hedeflenmiş ve öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmiştir (Aydeniz ve Bilican, 2018a). "Science without Borders" program ile de öğrencilerin STEM alanlarında ulusal ve uluslararası araştırma deneyimlerinin arttırılması hedeflenmiştir (Çepni'(2006) dan aktaran MEB, 2018).

Yeni Zelanda: Yeni Zelanda'da öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgilerini arttırmak ve öğrencilerin bu alanlarda meslek edinmelerine destek olmak amacıyla okullarda STEM eğitimini destekleme çalışmaları başlatılmıştır. Yeni Zelanda'nın 1995 TIMSS başarıları göz önüne alınarak 1997 yılında Matematik ve Fen Gücü (The Mathematics and Science Taskforce) programı hazırlanmıştır (Buntting ve diğ., 2013). Öğrencilerin matematik başarısını geliştirmek ve öğretmenlerin mesleki yeterliklerini geliştirmek amacıyla 2004 yılında Sayısal Beceri

Geliştirme (Numeracy Development Project) projesi yapılmıştır (Buntting ve diğ., 2013). 2007 yılında Fen Öğretim Programı ve Eğitim Başarılarında Ulusal Sertifika (National Certificate in Educational Achievement) kazanımları düzenlenmiştir (Buntting ve diğ., 2013). Yeni düzenleme ile okullara çapraz öğretim programı (cross-curricular) geliştirme imkânı verilmiştir (Buntting ve diğ., 2013). İlk ve ortaöğretim düzeylerinde bulunan tüm öğrenme alanları, uzman öğretmenler tarafından geliştirilmesi uygun görülmüştür (Buntting ve diğ., 2013). Bunun dışında toplumun fen ve teknolojiye yönelik tutumlarının tespiti amacıyla 2002, 2005 ve 2010 yıllarında çalışmalar yapılmıştır (Buntting ve diğ., 2013).

Avustralya: Mühendislik ve fen bilimlerinde yetişmiş eleman eksikliğine bağlı olarak STEM eğitimi ile öğrencilerin STEM alanlarına ilgi ve becerilerinin arttırılması, STEM eğitimi verebilecek yetişmiş öğretmen sayısının arttırılması hedeflenmiştir (Çepni'(2006) den aktaran MEB, 2018a). STEM öğretmenleri yetiştirmek amacıyla 2017 yılında lider öğretmen programı düzenlenmiş ve 200'den fazla STEM uzmanı yetiştirilmiştir (MEB, 2018a).

2.3.5. Türkiye'de STEM Eğitimi

Ülkemizde STEM eğitimine, STEM eğitimiyle ilgili eksikliklerin giderilmesine ve güncel durum tespitine yönelik çalışmalar Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), TÜSİAD, Milli Eğitim Bakanlığı ve üniversiteler tarafından yapılmıştır. Ülkemizde STEM eğitimi ilk kez TÜBİTAK tarafından yayınlanan "Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi: 2011-2016" raporunda vurgulanmıştır (TÜBİTAK, 2010). Raporda Türkiye Cumhuriyeti Devleti için bilim, teknoloji ve inovasyon için yeni hedeflerin ve uygulama planının hazırlandığı, toplumu oluşturan bireylerin teknoloji ve bilim okur-yazarlıklarının arttırılmasının hedeflendiği, farklı kamu kurumları arasında teknoloji ve bilim işbirliklerinin arttırılmasının hedeflendiğinden bahsedilmiştir (TÜBİTAK, 2010).

Ülkemizde STEM eğitiminin güçlendirilmesine yönelik önerilere stratejik planlarda (örneğin Millî Eğitim Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı) yer verilmiş olsa da Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) belirlemiş olduğu bir STEM eylem planı bulunmamaktadır. Teknoloji ve Tasarım dersinde ve fen bilimleri derslerinin bazı kazanımlarında STEM eğitiminin bazı amaçlarının kazandırılmasının hedeflendiği görülmektedir (MEB, 2018b).

Akademik düzeyde STEM eğitimi çalışmaları ise Çorlu (2012) tarafından önerilen fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin kısaltmalarından oluşan FeTeMM yaklaşımının önerilmesiyle başlamıştır. FeTeMM yaklaşımıyla fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının amaçlı bir şekilde bir araya getirildiği, öğrencilere gerçek dünya

problemlerini çözmek için fırsatlar sunulduğu vurgulanmıştır. Çolakoğlu ve Gökben (2017) akademik kurumlarda, üniversitelerde yapılan STEM eğitimi çalışmalarını belirlemek amacıyla 61 üniversiteyi de dahil eden bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda: (1) On altı eğitim fakültesinde (Afyon Kocatepe, Bahçeşehir, Bayburt, Boğaziçi, Ege, İstanbul, İstanbul Medipol, İstanbul Aydın, Kocaeli, Maltepe, Muğla Sıtkı Koçman, Muş Alparslan, ODTÜ, TED, Yeditepe ve Yıldız Teknik) (% 26) STEM eğitimiyle ilgili lisans derslerinin verildiği belirlenmiştir (Çolakoğlu ve Gökben, 2017). Örneğin; Ege Üniversitesi'nde "Etkinliklerle FeTeMM Eğitimi" ve "Öğretmen Adayları için FeTeMM Aktiviteleri" dersleri; Muş Alparslan Üniversitesi'nde ise "Geçmişten Günümüze FeTeMM Eğitimi" dersi verilmektedir. (2) Ülkemizde mevcut öğretmen eğitimi programları incelendiğinde eğitim fakültelerinde STEM yaklaşımını temel alan lisans ve lisansüstü (doktora ve tezli yüksek lisans düzeyi) eğitim programlarının henüz açılmadığı, sadece bir devlet üniversitesi olan Muş Alparslan Üniversitesi'nde tezsiz yüksek lisans programının olduğu belirlenmiştir. (3) STEM eğitimine yönelik farklı faaliyet ve projeler geliştirmek üzere bazı üniversiteler STEM araştırma merkezleri kurmuştur. Örneğin; İstanbul Aydın Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Atatürk Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde STEM araştırma merkezleri bulunmaktadır. İstanbul Gedik Üniversitesi ve Muş Alparslan Üniversitesi ise son yıllarda STEM merkezlerini açan üniversitelerdendir (Bircan ve diğ., 2019). (4) Lisans öğrencilerine yönelik 13 üniversitenin (Artvin Çoruh, Bahçeşehir, Ege, Hacettepe, İstanbul, İstanbul Aydın, Kocaeli, Maltepe, Marmara, Muğla Sıtkı Koçman, Muş Alparslan ve Yüzüncü Yıl) STEM laboratuvarı bulunmaktadır. (5) Bazı üniversitelerde (Bahçeşehir, İstanbul Aydın ve Muğla Sıtkı Koçman Üniversiteleri) STEM eğitiminin yürütüleceği web portalları mevcuttur. (6) Ülkemizde bulunan 61 eğitim fakültesinin 30'unda lisans öğrencilerine yönelik STEM eğitimiyle ilgili tasarlanmış farklı dersler verilmektedir. Ayrıca farklı üniversiteler STEM eğitimiyle ilgili farklı proje ve etkinlikler de yapmaktadırlar. Örneğin; İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Eğitimi Araştırma ve Uygulama Merkezi, Bahçeşehir Üniversitesi STEM ekibi, Hacettepe Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Eğitimi ve Uygulamaları Laboratuvarı (Hacettepe STEM ve Maker Lab), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından yapılan farklı proje ve çalışmalar da mevcuttur (Çolakoğlu ve Gökben, 2017).

Üniversitelerin dışında farklı kurum ve kuruluşlar STEM eğitimlerine yönelik araştırmacılara maddi destek vermektedirler. Örneğin, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim

Okulları ve 4005 Yenilikçi Eğitim Uygulamaları destekleme programları kapsamında STEM eğitimiyle ilgili farklı projelere bütçe sağlamıştır. Tubitak 4005 kapsamında kimya öğretmenlerine yönelik 'Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiği (FeTeMM-STEM) Bütünleşik Eğitimi' 2018 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversite'sinde bir projeye destek vermiştir. Bir diğer desteklenen proje ise Tubitak 4004 kapsamında Muş Alparslan Üniversitesi'nde fen bilimleri öğretmenlerine ve ortaokul öğrencilerine verilmiştir. Bu projeler dışında farklı kurum ve kuruluşların desteklediği STEM projeleri de bulunmaktadır. Örneğin, Harriet Fulbright Enstitüsü'nün (HFI) desteği ile "Prof. Aziz Sancar Kız Çocukları İçin STEM Kampları (Girls in STEM)" gerçekleşmiştir (UNC Health Care, 2016). Güney Marmara Kalkınma Ajansı tarafından desteklenen "Eğitimde Alternatif Bir Yaklaşım: STEM" projesi ile 50 STEM öğretmenine STEM eğitimleri verilmiştir (MEB, 2017c). "STEM Öncüleri" projesi ise Öğretmen Akademisi Vakfı (ÖRAV) ve ABD Ankara Büyükelçiliği'nin desteğiyle gerçekleşmiştir (ÖRAV, 2019). Scientix Projesi ise Avrupa Okul Ağı tarafından 2009 yılından bu yana yürütülmektedir. Avrupa'da STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasının hedeflendiği Scientix Projesi ile öğretmenlere, akademisyenlere, okul yöneticilerine, ailelere ve STEM eğitimi ile ilgilenen herkese yönelik farklı eğitimler verilmektedir. Bu projeye Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü 2014 yılından beri ulusal olarak dahil olmuştur (MEB, 2020).

Türkiye'de üniversitelerde, TÜBİTAK gibi farklı kurum ve kuruluşlarda yapılan STEM çalışmaları dışında araştırmacıların STEM eğitiminin gerekliliğine dikkat çeken, STEM eğitiminin güncel durumunu ortaya koyan yayınlamış raporlar da mevcuttur. Bu raporlardan ilki "STEM Eğitimi Türkiye Raporu: Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?" isimli İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından 2015 yılında yayınlanan rapordur. Bu raporda farklı üniversitelerde çalışan akademisyenler "STEM Türkiye için gerekli midir?" sorusuna cevap bulmaya çalışmışlardır. Raporda STEM eğitimine ihtiyaç olduğu belirtilmiş ve STEM eğitimini okullarda uygulamak için çeşitli önerilere yer verilmiştir. Bu öneriler: (1) ABD'deki sisteme benzer bir STEM destek sisteminin Türkiye'deki okullara bulundukları koşullara göre adapte edilmesi; okul, üniversite ve toplum iş birliğinin arttırılması ve desteklenmesi. (2) Bilim merkezlerinin sadece belli şehirlerde değil tüm şehirlere kurulması. (3) Eğitim fakültelerinde STEM eğitimine yönelik proje ve eğitimlerin geliştirilmesi. (4) Fen ve matematik öğretmenlerine STEM eğitimine yönelik hizmet içi eğitimlerin verilmesi. (5) Özel yetenekli çocuklar seçilerek, bu çocuklara ileri STEM eğitimleri verilmesi. (6) Üniversitelerde STEM eğitimine yönelik öğretmen ve öğrencilere hitap edecek çalışmalar ve projeler yapılması. (7)

MEB'in STEM eğitiminin öğretmenler tarafından anlaşılması ve uygulanmasını sağlayacak yeterli bir bütçeyi ayırması. (8) Özel eğitim kurumlarında STEM eğitimiyle ilgili etkinliklerin desteklenmesi ve dünyadaki farklı uygulama modellerininin tanıtılması. (9) STEM eğitiminin uygulanması esnasında oluşacak sorunların giderilmesinde eğitim sisteminde yer alan tüm paydaşların iş birliği içinde çalışması. (10) İleri düzey STEM eğitimlerinin verileceği liselerin kurulması. (11) STEM eğitimine yönelik sivil toplum kuluşlarının çalışmalar yapması. (12) Yerel yöneticilere STEM okur-yazarlığı kazandırılması. (13) Sanayi kuruluşları ve okullar arasında iş birlikleri kurulması. (14) STEM eğitiminin mevcut müfredata entegre edilerek, yaklaşıma uygun ulusal standartların yazılması. (15) Kız öğrencilerinin STEM alanlarına ilgilerinin arttırılması sağlanıp, STEM alanlarında kariyer yapmalarının teşvik edilmesi. (16) STEM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmaların ivme kazanıp, arttırılması şeklinde sıralanmaktadır**.**

Bir diğer raporda "Eğitim Sistemimiz ve 21. Yüzyıl Hayalimiz: 2045 Hedeflerine İlerlerken, Türkiye için STEM Odaklı Ekonomik Bir Yol Haritası" Aydeniz tarafından 2017 yılında yayınlanmıştır. Raporun ilk kısmında günümüz ekonomilerini etkileyen öğelerden, STEM eğitiminin ekonomik yarıştaki yerinden ve öneminden; ikinci kısmında Türkiye'nin uluslararası sınavlardaki başarı durumundan bahsedilmiştir. Son kısmında ise STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasına olanak verecek önerilerde bulunulmuştur. Bu raporda STEM Eğitimi Türkiye Raporu'ndan farklı olarak şu önerilerde bulunulmuştur: (1) İş dünyasına yönelik, STEM eğitiminin Türkiye ekonomisine etkilerini kavratacak çalışmalar yapılmalıdır. (2) Halkın STEM eğitimiyle ilgisi bilgisi ve farkındalığı arttırılmalıdır, buna yönelik programlar düzenlenmelidir. (3) Büyükşehirlerin dezavantajlı bilgelerinde yaşayan öğrenciler tespit edilerek, bu öğrencilere yönelik STEM eğitimleri düzenlenmelidir. Bu bölgelerdeki öğrencilerin STEM alanlarına ilgileri çekilmelidir. (4) STEM eğitimi ile ilgili araştırmaların yapılmasına imkân verecek proje bütçeleri hazırlanmalıdır. (5) Okullarda kodlama ilkokuldan başlayarak zorunlu ders olarak okutulmalıdır. Günümüz öğretmen eğitimi ve 21. yy. koşulları düşünülerek öğretmen yeterlilikleri belirlenmelidir. Bu yeterliliklerin nasıl öğretileceğine ve değerlendirileceğine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. (6) Öğretmen adaylarına farklı öğrenci grupları ile çalışan öğretmenleri gözlemleme fırsatı verilmelidir. (7) Öğretmenlerin meslektaşlarını gözlemlemeleri için öğrenme fırsatları yaratılmalıdır. (8) Öğretmenlere beraber ders planı geliştirme, bu planlarını uygulama ve uygulamalarıyla ilgili fikir alışverişi yapmalarına imkan verecek sistemler geliştirilmelidir. (9) Fen liseleri öğretim programları mühendislik tasarımı, araştırma ve projeye dayalı olacak şekilde yeniden düzenlenmelidir. (10) Fen liseleri müfredatlarına kodlama, bilişim, girişimcilik gibi dersler konulmalıdır. (11) Fen

liseleri, üniversiteler ve işverenler arasında iş birliği kurulmalıdır. Fen liseleri öğrencilerine bu kurumlarda araştırma yapma, staj yapma ve mentörlük gibi hizmetler verilmelidir. (12) Yurtdışındaki okullar ile Fen liseleri arasında uluslararası yaz okulları düzenleyerek bu okullardaki öğrencilerin özgüvenlerinin artmasına imkân verecek deneyimler yaratılmalıdır.

Yıldırım (2018b) "2023, 2053 ve 2071 Hedefleri için STEM Eğitim Raporu" ile STEM eğitimi ve ekonomik gelişmeler arasındaki ilişkilere değinmiş, Türkiye'deki STEM çalışmalarını örneklendirmiş ve öğretmenlere yönelik bir STEM eğitim modeli önermiştir. Bu eğitim modelinin temelinde öğrenci bilgiyi aktif olarak yapılandıran, teknoloji üreten konumundadır. Öğretmen ise eğitici kimliği ile önce STEM eğitimiyle ilgili bilgi, beceri ve kazanımları kazanır, öğrencilere bu becerileri kazandırmak için mentörlük yapar. Bu rapor 500 öğretmenin STEM eğitimiyle ilgili görüşlerinin incelenmesi ile bitmektedir. Öğretmen görüşleri analiz edildiğinde ise öğretmenlerin farklı kurum ve kuruluşlardan STEM eğitimi aldıkları görülmüştür. Ancak öğretmenlerin aldıkları bu eğitimlerde yetersiz buldukları noktalar vardır. Bu noktalar: (1) Eğitimlerde uygulama ve teorik bilgi öğretimi dengeli bir şekilde yapılmamaktadır. (2) Eğitimler STEM eğitimi alanında uzman olmayan kişiler tarafından da verilmektedir. (3) Eğitimlere ticari kaygılarla yaklaşılmakta, buna bağlı olarak ta uzman olmayan kişilere de eğitim ücretleri ödenmekte ve verdirilmektedir. (4) STEM eğitimleri için yeterli malzemeler bulunmamaktadır. (5) STEM eğitimi robotik ve kodlama olarak algılanmakta, bu alanlara yönelik eğitimler daha fazla verilmektedir. (6) Eğitimler kısa sürelidir. (7) Matematik, fen bilimleri gibi belli başlı branşlarda çalışan öğretmenlere yönelik eğitimler düzenlenmektedir. (8) Öğretmen eğitimlerine yönelik STEM eğitim müfredatları yeterli düzeyde oluşturulmamaktadır. Yıldırım (2018b) öğretmenlere verilecek STEM eğitimlerinin mezun olmuş atama bekleyen öğretmenlere, aktif olarak meslekte olan öğretmenlere ve eğitim fakültelerindeki öğretmen adaylarına yönelik olması gerektiğini belirtmektedir. Hizmet içi eğitimler, eğitim fakültelerinde verilecek STEM eğitimleri ile öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili bilgi, beceri ve deneyimleri arttırılabileceği, ayrıca yüksek lisans ve doktora düzeyinde STEM eğitim programlarının da açılmasının STEM eğitiminde uzmanların yetişmesine yardımcı olacağı vurgulanmaktadır.

STEM eğitimininin önemine, uygulanmasına yönelik önerilere, güncel STEM öğretmen eğitimleri ile ilgili değerlendirme ve önerilerin sunulduğu raporlar dışında STEM alanlarında cinsiyet eşitsizliğini ortaya koymak amacıyla yayınlanan raporlarda mevcuttur. Örneğin, Uçan Süpürge Kadın İletişim ve Araştırma Derneği (USKİAD) tarafından Avrupa Birliği'nden destek alarak gerçekleşirilen "Türkiye'de STEM Alanındaki Toplumsal Cinsiyet Eşitsizlikleri

Araştırma ve İzleme Raporu" 2020 yılında yayınlanmıştır. Bu raporun ilk kısmında Türkiye'nin imzaladığı uluslararası sözleşmeler, ulusal politikalar, kalkınma planları, MEB'in yürüttüğü STEM politikaları, toplumsal cinsiyet politikaları, özel sektör ve sosyal toplum kuruluşları tarafından yürütülen çalışmalar STEM eğitimi bağlamında incelenmiştir. Raporda, kız çocuklarının STEM alanlarına dair algı ve bilgisi ulusal çapta tespit edilmiştir. Bu amaçla 2018-2019 eğitim döneminde 20 ilde bulunan 40 Anadolu lisesinde okuyan 15 yaşındaki 9. sınıf kız öğrencilerinin STEM alanlarına dair bilgi ve algılarını tespit edilmiştir. Çalışmada bir dizi öneriler de sunulmuştur. Bu öneriler:

- ✓ Kız çocuklarının STEM alanlarına yönelmelerini sağlamak için erken yaşlarda çalışmalar yapılmalıdır.
- ✓ Kız çocuklarına STEM alanları tanıtılmalıdır; bu alanlarla ilgili bilgi edinmeleri sağlanmalıdır.
- ✓ STEM alanlarıyla ilgili bilgi sahibi olan kız çocuklarının STEM alanlarında meslek edinmeyi düşündükleri tespit edildiğinden kız çocukları STEM alanlarını tanımaları için teşvik edilmelidir.
- ✓ Kız çocuklarının bir kısmı bilim insanı olmayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. Ancak kendileri ile mesleğin iş ve yaşam dengesi oluşturma açısından uyum sağlayamayacaklarına dair ipuçları vermişlerdir. Bu sebeple mesleğin çalışma koşulları ile ilgili gerçekçi bilgiler verilmelidir. Diğer STEM alanlarının çalışma koşulları ile ilgili de kız çocukları bilgilendirilmelidir.
- ✓ Kız çocuklarının bir kısmı STEM alanlarına ilgili olmadığını belirtmiştir. Buna rağmen STEM alanlarıyla ilgili günlük hayattan öğrenme senaryoları oluşturularak kız çocuklarının bu alanlara ilgisi çekilmelidir. Bu süreçte öğretmen ve aileler birlikte çalışmalıdır.
- ✓ Öğretmenlerin STEM alanları ve meslekleriyle ilgili bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır. Yetişkinler kız çocukların kariyer tercihlerine etki ettiğinden, yetişkinlerin de STEM alanlarını tanımları sağlanmalıdır.
- ✓ Ders kitaplarında STEM alanlarında çalışan kadın figürlerden örnekler sunulmalı, toplumsal cinsiyet ve meslek çeşitlilikleri gösterilmelidir. Yazılı ve görsel medya kullanılarak STEM alanındaki kadın figürleri tanıtılmalıdır. Aileler ve öğretmenlerde bu konuyla ilgili bilinçlendirilmelidir.
- ✓ Kız çocuklarına STEM alanlarından rol modelleri sunulmalıdır. Rol modelleri aileden veya okul ortamında da seçilebilir.

- ✓ Kız çocuklarının toplumsal rolleri ile STEM alanlarında beklenen rol arasındaki uyumsuzluklara kız çocuklarının dikkati çekilmelidir. Kız çocuklarının kendi performanslarına ilişkin algıları üzerinde durularak, kendilerini STEM alanlarında daha başarısız ve yetersiz hissetmelerinin önüne geçmek için kısa vadede eğitimciler ve eğitim psikologları; uzun vadede ise eğitim sosyolojisi alanında çalışan uzmanlar, kamu ve özel kurumlarda çalışan uzmanlar çalışmalar yapmalıdır.
- ✓ Fen bilimleri öğrenme ortamlarında kız ve erkek çocuklarının bir arada eşitlikçi bir şekilde çalışabilecekleri öğrenme ortamları hazırlanmalıdır (USKİAD, 2020).

2.3.5.1. TÜSİAD'IN STEM Çalışmaları

TÜSİAD; STEM eğitiminin önemine dikkat çekmek amacıyla kendi bünyesinde bir STEM çalışma grubu oluşturmuştur. 2014 yılında bir "STEM Zirvesi" düzenleyerek STEM çalışmalarına başlamışlardır. Bu zirvede "Geleceğin Dünyasına Hazır Nesiller", "Üniversitelerin STEM Eğitimindeki Rolü, İhtiyaçlar ve Beklentiler" başlıkları tartışılmıştır ve yenilikçiliğin ülkemiz ekonomisine katkıları ve ülkemizin kapasitesi tartışılmıştır. Aynı yıl içinde Türkiye'deki iş dünyasının STEM alanlarında duyacağı iş gücü ihtiyacıyla ilgili "STEM Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması" da yapılmıştır. Raporda STEM iş gücüyle alakalı beklenti ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda şirketlerde STEM alanlarında çalışanların cinsiyet dağılımlarına bakıldığında erkeklerin oranlarının kadınlardan fazla olduğu görülmüştür (Erkeklerin oranı %64 iken, kadınların oranı %36'dır). STEM mezunları endüstrinin beklentilerini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bunun sebebi de lisans eğitim kalitesi ile ilgili olabileceği, üniversitelerin endüstri ihtiyacını karşılamaya yönelik eğitim vermemelerinden kaynaklanabileceği, üniversitelerdeki teknik yapı ve donanımların endüstri kurumlarına oranla yetersiz kalmasından kaynaklanabileceği, yeni mezunlara yeterli eğitim bütçeleri ayrılmadığı için olabileceği düşünülmektedir (TÜSİAD, 2014). 2015 yılında ise STEM ve STEM eğitiminin tartışıldığı "Eğitimde Yeni Trendler: STEM Konferansı" düzenlenmiştir. 2017 yılında ise "2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi" raporunda STEM alanlarının ekonomiye etkisine, STEM mezunlarının yıllara göre değişimine, Türkiye'nin dünyadaki yerine yer vermişlerdir ve STEM alanlarıyla ilgili istihdam öngörülerini paylaşmışlardır (TÜSİAD, 2017). TÜSİAD'ın bir diğer projesi de İstanbul'daki farklı liseleri dahil ederek yaptıkları TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi Projesi'dir. Proje; 2018 yılı ekim ayı ile 2019 yılı haziran ayları arasında yapılmıştır. Projeye bu okullardan öğretmenler katılmıştır. Yüz yüze ve

çevrimiçi olarak STEM eğitimleri verildikten sonra, ders planları hazırlamıştır. Ayrıca öğretmenlere robotik, programlama, sanal ve artırılmış gerçeklik eğitimleri de verilmiştir.

2.3.5.2. Milli Eğitim Bakanlığı'nın STEM Çalışmaları

Ülkemizde ilk kez Kayseri Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından bir STEM Projesi ve STEM ile ilgili çalışmalar başlatılmıştır. Bu proje 2,5 yıl sürmüştür. Proje ile hedeflenen öğretmenlere STEM öğretirken, öğrencilerin de matematik ve fen bilimlerine olan ilgisinin arttırılmasıdır (Kızılay, 2018). STEM eğitimiyle ilgili Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) bir eylem planı olmasa da farklı dönemlerde yayınladıkları raporlar mevcuttur. Bu raporlardan ilki 2016 yılında "STEM Eğitim Raporu" başlığı ile yayınlanmıştır. Raporda STEM eğitiminin ekonomik sürdürülebilirliğe etkisi belirtilmiş; TÜSİAD, TÜBİTAK gibi kurumlarla iş birliğine girerek bir STEM eylem planı oluşturulabileceği söylenmiştir. Ayrıca raporda STEM eğitiminin ortaya çıkışı, Avrupa Birliği ülkeleri, ABD ve bazı Asya ülkelerindeki STEM eğitim çalışmaları incelenmiştir. Ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili yapılması önerilenler de "STEM Eğitimi Eylem Planı" başlığında sıralanmıştır: (1) STEM eğitim merkezleri kurularak, bu merkezlerde üniversitelerle iş birliği içinde çalışılmalıdır. (2) Öğretmenlere STEM eğitiminin benimseyecekleri öğrenme ortamları hazırlanmalıdır. (3) Öğretim programlarına STEM eğitimini içerek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. (4) Okullara STEM eğitiminin uygulanması için uygun öğrenme ortamları oluşturulmalıdır ve gerekli malzeme ve materyaller temin edilmelidir.

Ülkemizde STEM eğitimine geçişi kolaylaştırmak bir dizi öneriler de "STEM Eğitimi Eylem Planı Önerisi (2016-2018)" başlığında sunulmuştur. Bu öneriler şunlardır: (1) STEM eğitimi için tüm paydaşların (MEB, TÜBİTAK, Üniversiteler ve TÜSİAD) birlikte çalışacağı bir çalışma grubu oluşturulmalıdır. Bu grup koordinasyonunda STEM eğitim merkezleri kurulmalıdır. (2) STEM merkezlerinde STEM eğitiminin kalitesini arttırmak amacıyla araştırma projeleri yapılmalıdır. (3) Farklı illerde kurulacak STEM merkezlerinde yapılacak araştırmaların sonuçları ışığında STEM eğitimine geçiş süreci planlanmalıdır. (4) STEM merkezleri tarafından İl Milli Eğitim Müdürüğü personellerine, öğretmenlere, *Eğitim ve* Öğretim Daireleri Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığına (TTKB), okul yöneticilerine STEM eğitimleri verilmelidir. (5) STEM eğitim merkezlerinde araştırma, sorgulama, ürün geliştirmeye dayalı bir öğretimin uygulanabilmesi için ilköğretim ve ortaöğretim müfredatlarında gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Ölçme-değerlendirme yöntemlerinde güncellemeler, değişiklikler yapılmalıdır. (6) Okulların mevcut laboratuvarları STEM

eğitiminin uygulanacağı şekilde düzenlenmelidir, gerekli malzemeler temin edilmelidir. (7) Üniversitelerde eğitim fakültelerinde STEM öğretmenleri yetiştirilmelidir. (8) Hizmet içi eğitimler verilerek okullarda çalışmakta olan STEM öğretmenlerinin eksiklikleri giderilmelidir (MEB, 2016).

MEB tarafından yapılan bir diğer çalışma da "STEM Eğitimi Öğretmen El Kitabı'nın yayınlanmasıdır. 42.207 öğretmen ile yapılan "Küresel STEM Yaklaşımları" araştırması sonucunda öğretmenlerin STEM eğitimini uygulamaya olumlu baktıkları ancak nasıl uygulayacaklarını bilmedikleri ortaya çıkmıştır. Öğretmenlere rehber olması ve bu eksikliği gidermesi amacıyla oluşturulan bu el kitabında STEM eğitimi kısaca açıklanmış, okul ve sınıflarda uygulanmasına yönelik önerilerde adım adım sıralanmıştır (MEB, 2018b).

MEB bünyesindeki Eğitim Teknolojileri Geliştirme ve Projeler Daire Başkanlığı'nın yayınladığı bir diğer araştırmada Dünyada Eğitim Trendleri ve Ülkemizde STEM Öğrenme Etkinlikleri: MEB K-12 Okulları Örneği" araştırmasıdır. Bu araştırma raporunda K-12 öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik tutumları, davranışları ve STEM etkinliklerine yönelik anlayışları tespit edilmiştir. Çalışmanın nicel boyutu 13.958 öğrenciye anket uygulanarak yapılmıştır. Nitel boyutu ise 8'i ilkokul, 8'i ortaokul ve 7'si lise öğrencisiyle yapılan yüz yüze görüşmelerden oluşmaktadır. Nicel verilerin analizi sonucunda erkek öğrencilerin kız öğrencilere oranla daha fazla STEM etkinliklerine katıldığı, STEM etkinliklerinin en fazla yapıldığı yaş grubunun da 11-14 yaş arası olduğu tespit edilmiştir (MEB, 2018b).

MEB müfredat düzeyinde çalışmalarını ise 2018 yılında Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programını güncelleyerek yapmıştır. Program da STEM kavramı veya FeTeMM kavramı yer almamasına rağmen aşamalı bir şekilde STEM eğitimine geçişin söz konusu olduğu düşünülmektedir. 2018 yılı Fen Bilimleri Öğretim Programında bireylerin yakın çevrelerindeki olaylara karşı ilgi duymaları, keşifler yapmaları, insanın çevreyle olan etkileşimini kavramaları, aktif problem çözücü olmaları, teknolojiyi etkin kullanabilmeleri, yaratıcılık ve girişimcilik gibi becerileri kazanmalarının üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Programda özel amaçları bölümüne "fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak" ile alana özgü beceriler kısmına "yaşam becerileri", "mühendislik ve tasarım becerileri" kısımlarının eklendiği görülmektedir. Program incelendiğinde STEM eğitimi ile geliştirilmesi hedef alınan 21. yüzyıl becerilerinin kazanılmasına odaklanıldığı görülmektedir. 2018 yılı programında en temel amaç belirlenirken, alana özgü becerilerde tanımlanarak öğrencilerin kazanması beklenen mühendislik ve tasarım becerileri ile yaşam becerileri tanımlanmıştır. Fen Bilimleri Öğretim Programında tanımlanan temel amaçlar şunlardır: 1. Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve

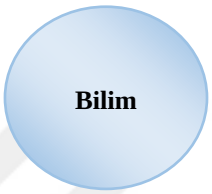
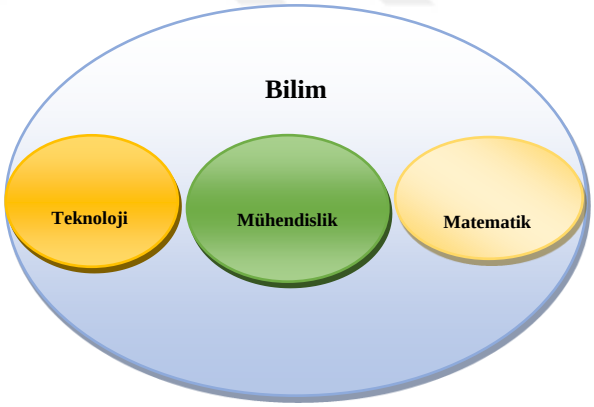
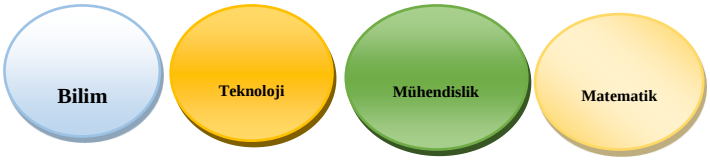
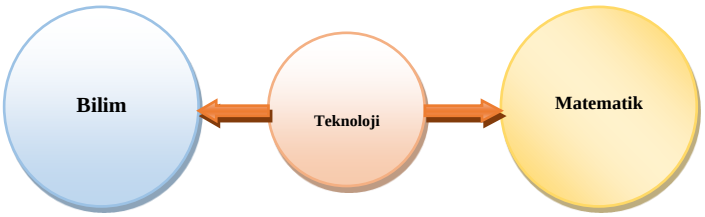
çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak, 2. Doğanın keşfedilmesi ve insan-çevre arasındaki ilişkinin anlaşılması sürecinde, bilimsel süreç becerileri ve bilimsel araştırma yaklaşımını benimseyip bu alanlarda karşılaşılan sorunlara çözüm üretmek, 3. Birey, çevre ve toplum arasındaki karşılıklı etkileşimi fark ettirmek; toplum, ekonomi ve doğal kaynaklara ilişkin sürdürülebilir kalkınma bilincini geliştirmek, 4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak, 5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek, 6. Bilim insanlarınca bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmak, 7. Doğada ve yakın çevresinde meydana gelen olaylara ilişkin ilgi ve merak uyandırmak, tutum geliştirmek, 8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak, 9. Sosyobilimsel konuları kullanarak muhakeme yeteneği, bilimsel düşünme alışkanlıkları ve karar verme becerileri geliştirmek, 10. Evrensel ahlak değerleri, millî ve kültürel değerler ile bilimsel etik ilkelerinin benimsenmesini sağlamak (MEB, 2018b, s.9). Programda tanımlanan yaşam becerileri: bilimsel bilgiye ulaşılması ve bilimsel bilginin kullanılmasına ilişkin analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi temel yaşam becerilerini kapsamaktadır (MEB, 2018b). Mühendislik ve tasarım becerileri programda: "Bu alan, fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılabilecekleri konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır." şeklinde yer almıştır (MEB, 2018b, s.10). Öğretim programında ayrıca Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kısmı yer almaktadır. Bu uygulamalar ile öğrenci gündelik hayattan bir problem tanımlar, problemi çözebilir, problem çözmek için en uygun yöntemi seçebilir, ürün geliştirir, ürünü pazarlamak için stratejiler geliştirir (MEB, 2018b). Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları 4. sınıflardan itibaren Fen Bilimleri Öğretim Programında yer almıştır. Öğrencilerin geliştirdikleri ürünleri yıl sonu bilim şenliklerinde sergilemeleri beklenmektedir.

2.4. STEM DİSİPLİNLERİNİN ENTEGRASYONU

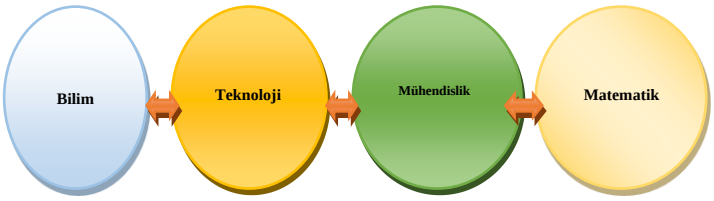
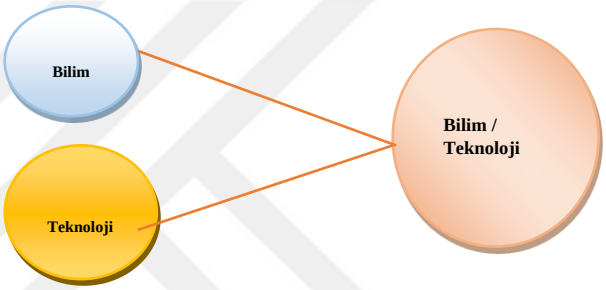
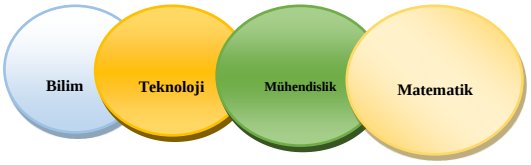
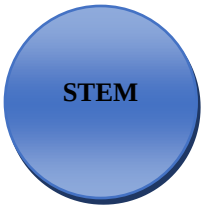
STEM eğitiminde bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının entegrasyonu farklı yollarla yapılmaktadır. Dugger (2010), STEM alanlarının dört farklı şekilde entegre

edilebileceğini söylemiştir: (1) Dört alanın her biri ayrı disiplinler olarak öğretilebilir, (2) Dört alanın hepsine, dört alanın bir tanesine, ya da dört alandan iki tanesine vurgu yapılarak STEM entegrasyonu yapılabilir, (3) STEM alanlarından biri diğer üç alan içine entegre edilerek öğretilebilir, (4) Dört alanın dördü de birbirine entegre edilebilir. Bybee (2013) ise farklı STEM alanlarının entegre edilmesiyle oluşturulan 9 farklı entegrasyondan bahsetmiştir (Tablo 2).

Tablo 2.1: STEM entegrasyon modelleri.

YAKLAŞIM	GÖSTERİM
Tek Alan Yaklaşımı: STEM bir Fen Bilimleri alanıdır.	
Fen Bilimleri ve Matematiğin birbirinden bağımsız ele alındığı yaklaşım	
Fen Bilimlerinin baskın diğer alanların bağımsız şekilde imkan ve ihtiyaç olduğunda sunulması yaklaşımı	
Bağımsız Alanlar	
Fen Bilimleri ve matematik birbirinden bağımsız iken teknoloji ya da mühendislik ile ilişkilendirilmesi	

Tablo 2.2 (devam): STEM entegrasyon modelleri.

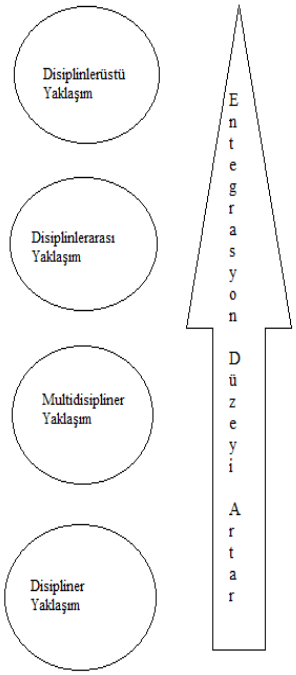
YAKLAŞIM	GÖSTERİM
Bağımsız alanların sınırları etrafında kavram ve süreçlerin verilmesi (Dört alanın ikisi üzerinden kavram ve süreç öğretimi yapılır)	
İki ya da üç alanın birleştirilmesi	
Bütünleşik alanlar: Alanların örtüşmesi ve sıralama yolula bütünleştirilmesi	
Alanlar ötesi (Transdisipliner) Ders/Program : STEM'in tüm alanların bir dönüşümü şeklinde ele alınması	

*Bybee (2013)'ten uyarlanmıştır. "Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. United States of America:NSTA press."

Tablo 2.1'de görüldüğü üzere entegrasyonlardan ilki alanlardan birinin STEM alanı olarak ele alınması şeklindedir. İkinci entegrasyon fen ve matematiğin bir arada kullanılmasına

dayanmaktadır. Fen ve matematik alanlarının bir arada öğretilirken dizayn sürecinin öğrenmeye dahil edilmesine gerek yoktur. Üçüncü entegrasyon ise fenin teknoloji, mühendislik ya da matematik alanlarının biriyle entegre edilmesini vurgular. Bu yaklaşımda fen merkezdedir, fen içeriğinin öğretimi matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarının desteğiyle öğretilir. Dördüncü entegrasyonda fen, matematik, teknoloji ve mühendislik ayrı alanlar olarak, bağımsız şekilde öğretilir. Bir alanda öğretilmesi hedeflenen konu o alandaki diğer konular ile üst üste konularak öğretilir. Beşinci entegrasyonda fen ve matematik ya teknoloji ile ya da mühendislik ile ilişkilendirilerek öğretilir. Bu entegrasyonda fen ve matematik birbirinden bağımsız iki ayrı alan gibi görülürken üçüncü alan olarak teknoloji veya mühendislik düşünülmektedir. Altınca entegrasyonda ise farklı alanlar arasında koordinasyon vardır. Bir alandan seçilen bir içerik diğer alanda kullanılabilir. Örneğin, matematik dersinde kullanılan bir öğretim materyali fen dersinde kullanılabilir. Yedinci entegrasyonda STEM alanlarından iki ya da üçü ilişkilendirilir. Bybee bu modeli, oluşturulan yeni ürünün eski iki ürünün birleştirilmesi ile oluşturulabileceğini söyler. Sekizinci entegrasyonda ise alanlar birbirini örtüşerek tamamlar. Örneğin, otomobil üretimi esnasında öğrenciler bir süreci takip eder, bu süreç öğrenciyi bir alandan diğerine yönlendirir. Alanlar birbiriyle bağlantılıdır, birbirine ihtiyaç duymaktadır; ancak aynı zamanda bağımsızdır. Dokuzuncu entegrasyon ise tüm alanların yeni bir alana dönüşümüdür.

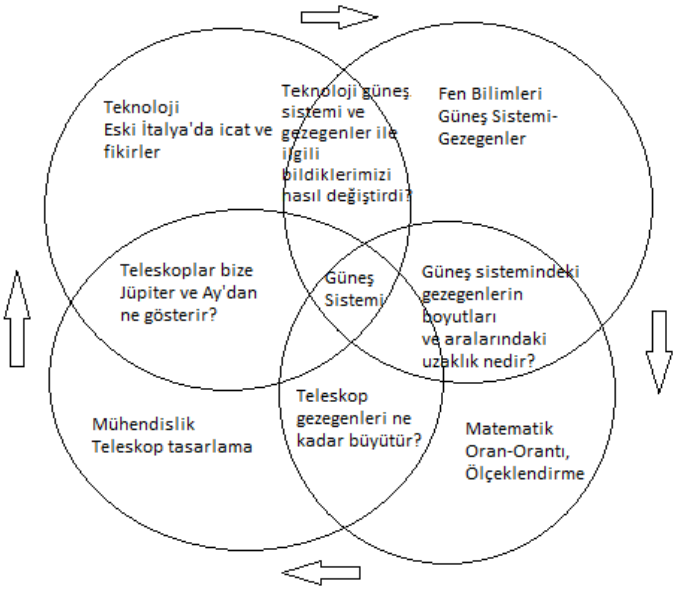
STEM uygulayıcıları (araştırmacılar, öğretmenler ve müfredat geliştirenler) için STEM eğitiminin uygulanması noktasında ortaya çıkan sorunlardan biri STEM alanlarının entegrasyonuyla ilgili farklı yorumların bulunmasıdır. Dugger (2010) ve Bybee (2013)'nin modelleri dışında Vasquez ve diğ. (2013) dört STEM entegrasyon modelinden bahsetmişlerdir: (1) Disipliner (disciplinary) (2) Multidisipliner [multidisciplinary/ thematic] (3) Disiplinlerarası [interdisciplinary] (4) Disiplinler ötesi [transdisciplinary]. Bu modellerin benimsenerek geliştirilen müfredatların uygulanması esnasında sınıf düzeyi, zaman, öğretme süreci gibi etmenlere bağlı olarak sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sebeple, alan entegrasyonu yapılırken alan entegrasyonunun az olduğu yaklaşımdan yani disipliner yaklaşımdan disiplinler ötesi yaklaşıma doğru gidilmesi önerilmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5**:** Yaklaşımların entegrasyon düzeyleri (NOT: Vasquez, Sneider ve Comer'den uyarlanmıştır. "Vasquez, J. A., Sneider, C., ve Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.")

Disipliner yaklaşımda her alan için öğrenciler kavram ve becerileri ayrı ayrı öğrenirler. Çoklu disipliner (Multi) STEM entegrasyonu benimsenirken önce ortak bir tema belirlenir, sonrasında her alandaki kavram ve beceriler bir tema içinde ayrı olarak öğretilir. Örneğin, korsanlar konusunu öğretirken İngilizce öğretmeni Hazine Adası kitabını okuturken, sosyal bilgiler öğretmeni korsanların tarihine odaklanabilir, fen bilimleri öğretmeni de gemilerin yüzmesini suyun kaldırma kuvveti ile ilişkilendirerek öğretir (Vasquez ve diğ., 2013). Bu model doğrultusunda öğretim yaparken farklı alanları öğreten öğretmenlerin koordineli bir şekilde öğretimlerini yapmaları önerilmektedir. Disiplinlerarası (inter) entegrasyon benimseniyorsa öğretmen müfredatını iki ya da daha fazla alandan birbirine yakın kavram ve becerileri seçerek bilgi ve becerilerin derinlemesine öğretilmesini bu alanlara gömülü olarak sağlar. Disiplinlerarası müfredatta ayırt edilebilir ve bir tema etrafında öğrenme ortamı tasarlanır. Bu modele göre öğretim ortamı tasarlarken öncelikle öğrenciye kazandırılması planlanan hedef veya beceri seçilir, sonrasında ise iki veya daha fazla disiplinden bilgi ve becerilerle bu öğrenme ortamı zenginleştirilir. Örneğin; fen bilimleri öğretmenin disiplinlerarası entegrasyona göre hazırlayacağı bir fen dersinde ölçekler ve ölçmeyi tema olarak seçtiği ve boyut-uzaklık ölçme ile ilgili bilgi ve becerileri öğrenciye kazandırmayı hedeflediği düşünüldüğünde güneş

sistemindeki gezegenlerin boyutlarını ve uzaklıklarını konu alan bir ders planı geliştirir. Matematik öğretmeni de bu konu ile giriş yaparak oran orantı konusuyla ilgili bilgi ve becerileri öğrencilerine kazandırır. Matematik öğretmeni gözünden öğrenci oran-orantı konusunu gerçek gezegen boyut ve uzaklıklarına göre öğrenip, modellerken; fen bilimleri öğretmeni gözünden ise öğrenciler güneş sistemindeki gezegenleri büyüklük ve uzaklıklarına göre modeller ve gezegenlerin benzerlik ve farklılıklarını öğrenirler. Sosyal bilgiler öğretmeni ise Galieo ve Giordano Bruno'dan dersinde bahseder. Güneş sistemini temalı disiplinlerarası ders yapısı Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Güneş sistemi ve gezegenler temalı disiplinlerarası ders yapısı (NOT: Vasquez, Sneider ve Comer'den uyarlanmıştır. "Vasquez, J. A., Sneider, C., ve Comer, M. (2013). STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics. Portsmouth, NH: Heinemann.").

Disiplinler ötesi (transdisciplinary) entegrasyonu benimseyen öğretmen, öğrencilerin iki veya daha fazla alandan öğrendikleri bilgi ve becerileri, öğrencilerin ilgisini çekecek sorunlar/konular üzerinden seçtiği bir soruna çözüm bulmalarını ister. Öğrenci sorunun çözümünü bu alanlardan bilgi ve beceriler ile çözmeye çalışır. Örneğin, Güneş Sistemi-Gezegenler ünitesini öğrendikten sonra fen bilimleri öğretmeni öğrencilere şu soruyu yöneltir: Başka bir gezegenden hava durumu tahmini vereceğinizi düşünün. X gezegeninde bu hava tahminini nasıl verirsiniz? Öğrenciler öncelikle hava durumu tahminlerinin dünyada nasıl verildiğini araştırır. Seçecekleri bir gezegenden nasıl yayın yapacakları ile ilgili model geliştirirler. Sanat dersinde ise öğrenciler bu hava durumunu tahminlerini farklı gezegenlerden

yayın yapan sunucular olarak dinleyicilere hazırlayacakları metin ile sunarlar. Matematik dersinde ise matematik öğretmeni şu soruları yönelterek aynı tema üzerinden devam eder: Dünyadan size X gezegeninde hava durumunu sunarken bir soru soruldu. Bu sorunun dünyadan X gezegenine radio frekanslarıyla iletilmesi ne kadar sürer? X gezegeninden verdiğiniz cevap dünyaya ne kadar sürede iletilir? Öğrencilerin matematiksel modelleme ile tanışması için bu sorular fırsat sunar. Disiplinlerarası entegrasyon yapılandırmacılığa dayanan, öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç ve matematik becerilerini geliştiren bir modeldir (Satchwell ve Loop'tan aktaran Vasquez ve diğ., 2013). Öğrencilere detaylı bilgi verilmeden süreç veya ürün tasarlamaları istenen bu model problem tabanlı, proje tabanlı öğrenme ortamlarında öğrenciler gerçek yaşam problemlerini çözerek 21. y.y. becerilerini geliştirirler (Vasquez ve diğ., 2013).

STEM entegrasyonunun geçmişteki anlamına baktığımızda her bir disiplinin kendi içinde birbirinden bağımsız alanlarından oluşumu akla gelirken (Sanders, 2009), günümüzde ise birçok araştırmacı dört alanın anlamlı bir şekilde entegrasyonunu STEM entegrasyonu olarak tanımlamaktadır (Bryan ve diğ., 2015; NRC, 2009; Sanders, 2009). Lederman ve Niess (1997) alan entegrasyonunu çorba metaforunu kullanarak açıklamaktadırlar (Lederman ve Niess'ten aktaran Wang ve diğ., 2011). Tavuklu şehriye çorbasında, çorbadaki farklı içerikleri kolayca fark etmek mümkünken, domates çorbasında içindeki malzemeleri ayırt etmek zordur. Sanders (2009) bütünleşik STEM eğitiminde alanların birbirinden bağımsız olmadığını, iki veya daha fazla STEM alanının entegrasyonun anlamlı öğrenmeler yaratacağını savunur. Sanders ve Wells (2005) matematik ve fen ya da mühendislik ve teknolojinin bir arada öğretiminin alanların bütünleşik bir şekilde öğretimi için yeterli olmadığını, mühendislik ya da teknoloji alanındaki tasarımın fen ve matematik alanları ile ilişkilendirildiğinde mümkün olacağının üzerinde durur.

STEM entegrasyonu ile ilgili modellerden biri olan STEM Bütünleşik Modeli, Honey ve diğ. (2014) tarafından önerilmiştir. Bu model ile STEM alan bilgisinin arttırılması, STEM alanlarının entegrasyonu için gereken pedagojik alan bilgisinin arttırılması hedeflenmiştir. Bütünleşik STEM modeli eğitim çıktısı olarak eğitimcilerin öğretim esnasında kullandıkları tekniklerde değişimi, STEM pedagojik alan bilgisi ve alan bilgisinde artışı beklemektedir. Bütünleşik STEM yaklaşımında üç öğe entegrasyonun konu aralığı ve doğası tanımlanmaktadır: (a) STEM ilişkilendirme çeşitleri, (b) disiplinlerarası ilişkilendirmenin önemi, (c) girişimin karmaşıklığı, süresi ve etki boyutu. Disiplinlerarası ilişkilendirme iki veya daha fazla alanın bir araya getirilmesi ile bir alandan seçilen konuyla ilgili öğretim faaliyetinin tasarlanıp, diğer alandan bir konu seçilerek üst üste konulmasıyla ya da birden fazla alandan

becerilerin bir arada entegre edilmesiyle yapılabilir. Etkili bir entegrasyon için eğitimciler STEM alan bilgilerini geliştirmeli, bu süreçte desteklenmeli ve farklı alanların entegrasyonu ile ilgili sahip oldukları öz yeterliklerini geliştirmelilerdir (Honey ve diğ., 2014). Bryan ve diğ. (2015) bütünleşik STEM eğitimde öğrencilerin demografik özelliklerinin özellikle müfredat geliştirirken önemli olduğunu vurgular. Öğretmen, öğrenme ortamını öğrencilerin ön bilgilerini, deneyim, istek ve ilgilerini de göz önünde bulundurmalıdır. Bütünleşik STEM eğitimi matematik veya fen alanındaki bilgi ve becerilerin öğretimi mühendislik ve ilgili teknolojilerin tasarım sürecinin entegrasyonu ile olacağını vurgular (Bryan ve diğ., 2015). Bu çalışmada Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi modülü disiplinler ötesi (transdisciplinary) entegrasyon benimsenerek geliştirilmiştir. Öğretmen adaylarına güncel hayattan ilgili çekici problem durumları verilerek, problemi çözmek için fen bilimleri, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinden bilgi ve becerileri kullanmaları istenmiştir.

2.5. STEM'DE TASARIM TEMELLİ ÖĞRENME

Tasarım temelli öğrenme fen bilimleri, matematik ve teknoloji alanlarına mühendisliğin entegrasyonunu içeren bir öğretim yaklaşımıdır (Gómez Puente ve diğ., 2011; Gómez Puente ve diğ., 2013; Mehalik ve diğ., 2008; Wijnen, 2000). Tasarım temelli öğrenme; ilk olarak Kolodner ve diğ. (1998) tarafından Tasarımla Öğrenme (Learning by Design) olarak kullanılmıştır. Tasarım temelli öğrenme, temellerini vaka temelli muhakeme (case-based reasoning) ve probleme dayalı öğrenmeye dayandırır (Barrows, 1985; Gómez Puente ve diğ., 2013; Kolodner, 2002). Vaka temelli muhakeme ile kastedilen bir kişinin geçmişteki çözüm ve deneyimlerini gelecekteki bir problem için çözme yeterliliğidir (Mehalik ve diğ., 2008). Probleme dayalı öğrenme ise öğrenme ortamını sınıf yönetimi bakış açısından nasıl tasarlanacağı ile ilgili rehberlik eden bir yaklaşımdır (Mehalik ve diğ., 2008). Tasarım temelli öğrenme bireyin teorik bilgisini tasarım esnasında uygulamaya koyabildiği bir çeşit problem tabanlı öğrenmedir (Gómez Puente ve diğ., 2013; Gómez Puente ve diğ., 2015). Streator ve Cho (2014)'ya göre ise tasarım temelli öğrenme ile probleme dayalı öğrenme benzer olsa da farklılıkları bulunmaktadır. Probleme dayalı öğrenmede, öğrenci kendisine verilmiş karmaşık bir sorunu çözmeye çalışırken, tasarım temelli öğrenmede bilimsel bilginin araştırma-sorgulama yolu ile disiplinlerarası çalışan gruplar tarafından ortaya konan insan yapımı gerçeklikler ortaya konur. Tasarım temelli öğrenmenin merkezinde öğrencinin tasarım

tecrübeleri kazanması yatmaktadır (Gómez Puente ve diğ., 2013). Ayrıca öğrenen ve öğrenenin tasarladığı ürün önem arz etmektedir (Chandrasekaran ve diğ., 2015).

Tasarım temelli öğrenme, tasarımın ne olduğu, mühendislerin nasıl çalıştığı, mühendislik tasarım süreci ve öğrenenin ürün/süreç oluşturmasına odaklanır (Mehalik ve diğ., 2008). Tasarım temelli öğrenme ile öğrenci tasarım ve icatların önemli bir düşünme süreci ürünü olduğunun farkına varır (Mehalik ve diğ., 2008). Tasarım yaparken öğrenciler konuya daha fazla ilgi gösterir, mühendislik ve fen alanları arasındaki ilişkiyi görebilir, mühendislik ve fen alanlarındaki farklı meslekleri tanıma fırsatı bulabilirler (Sadler ve diğ., 2000). Öğrenciler, bu süreçte tasarım ve mühendislik alanlarındaki kavramları öğrenirken ve tasarım yaparken de bilimsel süreç becerileri gelişir (Mehalik ve diğ., 2008).

Tasarım temelli öğrenme, öğrenenlerin bütüncül yaklaşımla düşünmelerini, hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmalarını, anlama, problemleri görsel olarak ifade edip, çözüm üretme becerilerini geliştirmeyi ve kullanmayı sağlar (Chandrasekaran ve diğ., 2015). Tasarım temelli öğrenmede fen kavramları öğrenilirken, mühendislik problemleri kullanılarak, öğrencinin bilimsel araştırmalar yapması ve mühendislik tasarım sürecini kullanması sağlanır (Kolodner ve diğ., 2003b). Mühendislik tasarım sürecinin uygulama aşamalarına yönelik farklı araştırmacıların farklı modelleri bulunsa da tüm modellerin ortak noktaları bulunmaktadır (Brunsell, 2012). Tüm modellerde problemin tanımlanması ile başlanır, problemin çözümü için birden fazla çözüm üretilir, çözümler yorumlanır ve en uygun çözüme karar verilir (Brunsell, 2012). Brunsell (2012) mühendislik tasarım sürecinde ortak olan bu basamakları aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Problemin Tanımlanması (identifying the problem): Mühendislik projelerinde; projenin amacı, projeden beklenen olası çıktılar, sınırlılıklar, tasarımdan beklentiler ve tasarımın özeti verilerek ürün oluşturmaya yön verilmeye çalışılır. Sınıf ortamında tasarım özetini öğretmen öğrenciye anlatabileceği gibi öğrenciyle birlikte de tasarımı oluşturabilir.

Olası Çözümlerin Geliştirilmesi (developing possible solutions): Gerçek hayatta karmaşık problemlerin birden fazla çözüm yolu bulunmaktadır ve bu problemlerin çözümünde farklı alanlardan kişiler birlikte çalışarak bu sorunlara çözüm bulmaktadırlar. Gerçek hayat problemlerinin çözümüne yönelik hazırlanan derslerde öğrenciler bu sorunlara farklı çözüm yolları bulur. Sorunu çözmek için hazırlayacakları tasarımda, öğrenciler beyin fırtınası yaparak

olası çözüm yollarını düşünürler. Eğer problem karmaşık ve çok boyutlu ise problem küçük parçalara ayrılır, o parçalar için öğrencilerin çözüm üretmeleri beklenir.

Çözümlerin değerlendirilmesi (analysing the solutions): Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler olası çözümleri belirler, çözümleri test ederler. Öğrencilerin hangi çözümün daha iyi olduğuna karar verebilmesi için, o çözümü denerler, çözümle ilgili veriler toplarlar. Veriler ışığında çözümde iyileştirme yaparlar. Mühendislik tasarım süreci yinelemeli bir süreç olduğundan öğrencilere tasarımlarını deneme ve iyileştirme fırsatı verilmelidir. Öğrenciler üründe iyileştirmelere gidip, ürünü yeniden tasarlamalıdır.

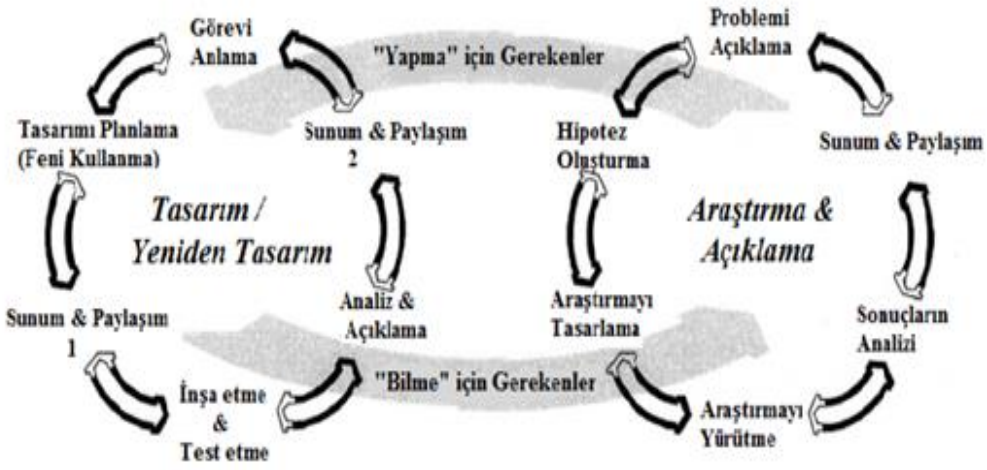
Çözümlerin iyileştirilmesi, test etme, değerlendirme (optimizing the solutions; testing, evaluating and repeating if necessary): Çözümler test edilerek, test sonuçlarına göre tasarımlarda iyileştirmeler yapılır. Sınıf ortamında öğrenciler modellerini test ederler, test sonuçlarını, modellerindeki iyileştirmeleri hangi verilere dayandırarak yaptıklarını akranlarıyla ve öğretmenleri ile paylaşırlar.

İletişim (communication): Mühendisler tasarımlarını özel ve kamu kuruluşları, üniversiteler gibi farklı kuruluşlar ile paylaşırlar. Sınıf ortamında öğrencilere bu deneyimi yaşatmak için, mühendislik tasarımı süresi boyunca elde ettikleri veri ve tasarımlarını akranlarına sunma fırsatı verilmelidir. Mühendislik tasarım sürecinin her basamağında öğrencilere fikirlerini sunma imkânı sunulmalıdır. Öğrencilere tasarımlarının son halini, prototiplerinin başarılı yönlerinin sunma şansı verilmelidir.

2.5.1. STEM'de Tasarım Temelli Öğrenme Modelleri

Alanyazında öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirmek ve öğrenme ortamlarında tasarımı konu alan, öğrenme ortamlarının oluşturulmasını sağlayan, öğrenci odaklı farklı tasarım temelli öğrenme modelleri bulunmaktadır.

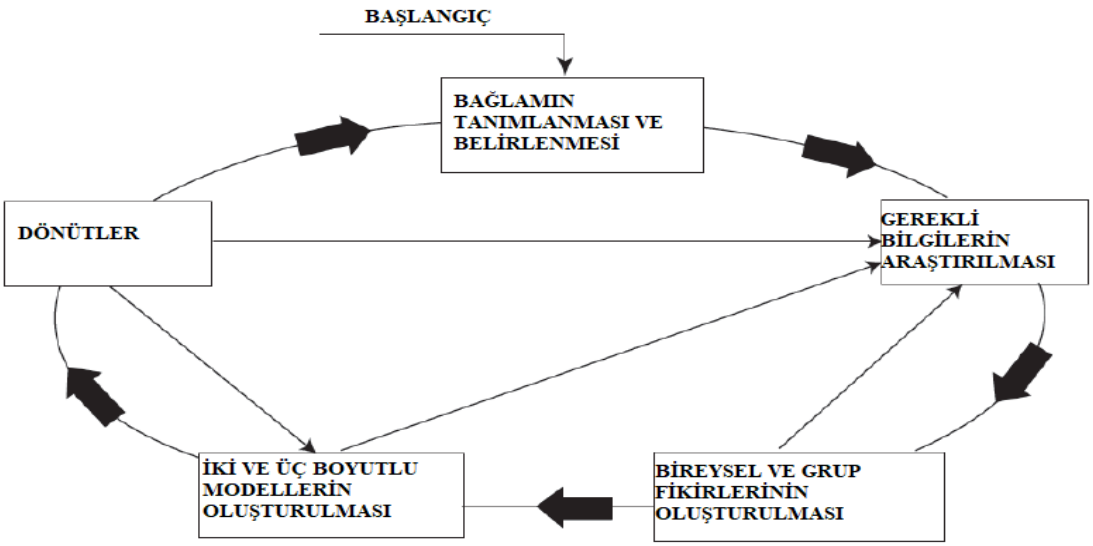
Kolodner ve diğ. (2003b)'nin tasarım temelli öğrenme olarak adlandırdıkları modelde, öğrenciler birbiriyle etkileşimli olarak "*Tasarım / Yeniden Tasarım*" ve "*Araştırma ve Açıklama*" süreçlerini takip ederler. Şekil 2.7'de aşamaları sunulan modelde süreç, mühendislik probleminin anlaşılması (görevi anlama) ile başlamaktadır. Öğrenciler var olan materyalleri ve aletleri küçük gruplarda kullanarak tasarım görevlerini anlamaya çalışırlar, kriter ve kısıtlamaları belirlerler, tasarımı planlarlar, tasarımla ilgili fikirlerini akranlarıyla paylaşırlar.



Şekil 2.7**:** Tasarım temelli fen eğitimi (Kolodner ve diğ., 2014).

Sınıf olarak tasarımla ilgili en önemli sorulara karar verirler, küçük gruplarda önemli gördükleri ve cevaplamak istekleri soruya yönelik tasarımlarını yaparlar, tasarımlarını test ederler. Ürünleri test ederken verileri kaydederler, verileri analiz eder ve açıklarlar. Öğrenciler verileri fen prensiplerini de kullanarak açıklarlar. Öğrenciler tasarımlarını bir poster ile akranlarıyla paylaşırlar. Akranları tasarımlarla ilgili sorular sorarlar, önerilerde bulunurlar. Bu süreçte "görevi anlama", "sonuçları açıklama" veya "tasarım planı oluşturma" aşamalarında öğrencinin yeni konuları öğrenmesi gerektiğinden doğal araştırma-açıklama döngüsü kullanılır. Araştırma-açıklama döngüsünde soru netleştirilir, hipotezler oluşturulur, araştırma tasarlanır, araştırma yürütülür, analizler yapılır, son olarak da tüm bulunanlar bir poster halinde sunulur. Tasarım temelli öğrenme tekrarlamalı bir süreç olduğundan ihtiyaç duyulduğu zaman aşamalar tekrar edilebilir. Tasarım temelli öğrenmede öğrencilere tasarımla ilgili öğrenme konuları verilir. Öğrencilerin tasarım temelli öğrenme esnasında fenle ilgili konuları ve kavramları bilmeleri gerekir. Örneğin, tasarımın ne olduğunu anlamaya çalışırken, ilgili fen içeriğini belirlemeleri gerekmektedir. İçeriği belirledikten sonra tasarım sürecinde bu içeriği kullanarak, tasarımı başarılı şekilde bitirene kadar fen içeriği ve tasarım süreci arasında gidiş, gelişler yaparlar (Vattam ve Kolodner, 2008). Tasarım süresince öğrenciler denemeler, yanılmalar yaparak, kavramsal anlamalarını ya varolan kavramsal anlamalarını pekiştirerek ya da kavram yanılgılarını değiştirerek derinleştirirler. Bu döngüler sırasında prototipi oluşturma (modelleme), deneyler yapma, deneylerin analizi, araştırma ve okuma yapma gibi farklı basamaklar da yapılmaktadır.

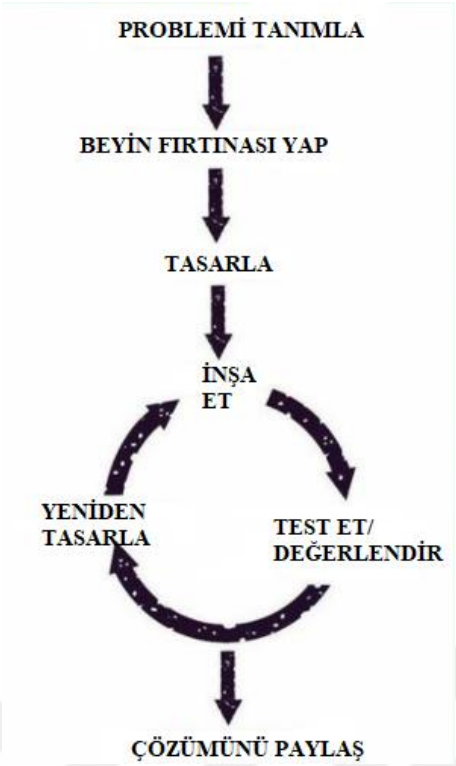
Fortus ve diğ. (2005) Tasarım Tabanlı Fen Modelini (TTFM) önermişlerdir. Fortus ve diğ. (2005)'ne göre araştırma-sorgulamaya dayalı fen öğrenme yaklaşımında yeni bilimsel bilgiler ve problem çözme becerileri kullanılarak yeni yapılar tasarlanır. TTFM'de öğrenci karşılaştığı sorunu önce tanımlamaya çalışır. Sonrasında problemle ilgili konular hakkında araştırma yapar. Her öğrenci bireysel olarak edindiği bilgileri gruplar içinde paylaşır ve çözüm için uygun bilgileri kullanır. Gruplar iki veya üç boyutlu prototipler oluştururlar. Geribildirimler alırlar, geribildirimleri tasarımlarının bir sonraki aşamasını düzenlemek için kullanırlar. Şekil 2.8'de bu süreç gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Tasarım tabanlı fen modeli (TBFM). (Fortus ve diğ. (2005)'ten uyarlanmıştır."

Fortus ve diğ. (2005)'e göre öğrenci aynı bilgiyi farklı ortamlarda kullanmak durumunda kaldığından bilgiyi transfer edebilme becerisini kazanır. Ayrıca TBFM ile öğrenci bir problem içindeki farklı öğelerin birbiri ile ilişkisini kurduğundan derinlemesine öğrenme de gerçekleşir. Öğrenciler olguları birbirinden bağımsız olarak değil de bir öğrenme içeriği içinde öğrenirler.

Kamu Yayın Hizmeti Tasarım Takımı Modeli (Public Broadcast Services [PBS] design squad model) 9 ve 12 yaş aralığı ortaokul öğrencilerine mühendislik ve tasarım kavramlarını ve bunlarla ilgili kavramları öğretmek için Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (Massachusetts Institute of Technology [MIT] tarafından oluşturulmuştur (Frey ve Powers, 2012). Şekil 2.9'da sunulan modelin basamakları; problemin tanımlanması, beyin fırtınası, tasarla, inşa et, test et, değerlendir, yeniden tasarla ve paylaş şeklindedir.



Şekil 2.9: PBS tasarım takımı modeli ([NOT: Frey ve Powers (2012)'den uyarlanmıştır. "Frey, D. D., ve Powers, B. (2012). Designing design squad: Developing and assessing a children's television program about engineering. Journal of Pre-College Engineering Education Research.

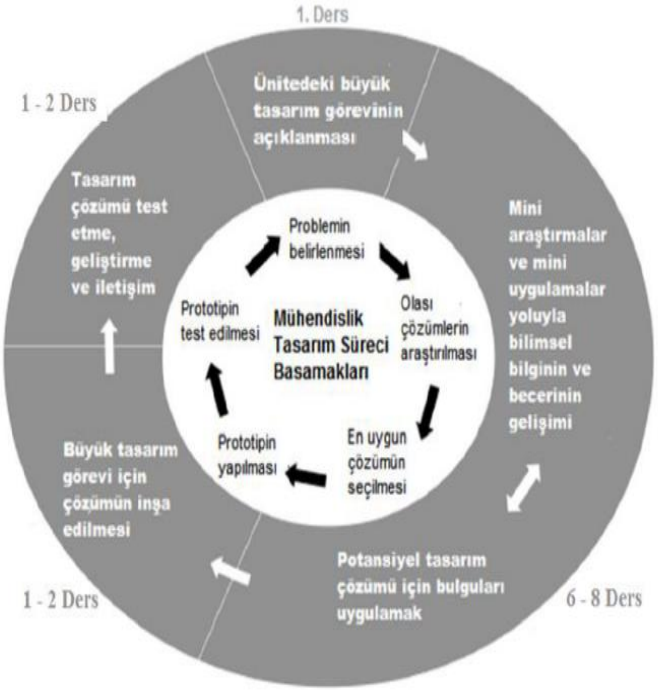
Modelde ilk basamak, her etkinlik liderinin öğrencilere problem tanımlamalarına yardımcı olmaları ile başlamaktadır. Bunun için etkinlik ile ilgili kısa açıklama yapılır, proje ile ilgili sorular sorarak öğrencilere bu etkinlikten kazanımları sorulur. Etkinlik liderleri öğrencilere beyin fırtınası ile mümkün olduğunca fazla fikir üretmeleri için yüreklendirir, öğrencilerde fikirlerini yazarlar. Tasarım sürecinde öğrencilerin yaratıcılıklarını kullanmaları sağlanır. Bu amaçla öğrencilere bu süreçte farklı kitaplar, internet siteleri veya farklı kaynaklar önerilebilir. Tasarlama sürecinde ise öğrenciler ürettikleri fikirlerden birkaç tanesine karar verip, bu fikirlerini uygulamaya koymak için ne tür malzemelere ihtiyaç duyduklarını, malzemeleri nasıl kullanacaklarına karar verirler. Karar verdikten sonra prototipi oluştururlar, test ederler, test sonuçlarını değerlendirip, geri dönütlere göre yeniden tasarımı yaparlar. Tasarımlarını son haline getirdikten sonra da tasarımlarını sunarlar ve tasarımlarının olası avantaj ve dezavantajlarını arkadaşlarıyla tartışırlar.

Tasarım temelli öğrenmede her problem fen kavramlarının öğrenilmesi için uygun değildir (Wendell, 2008). Crismond (2001) bir tasarım probleminin fen ve mühendislik

disiplinlerine yönelik konuların öğretilmesine olanak vermesi için bazı özelliklerinin olması gerektiğini sıralamıştır. Bu özellikler:

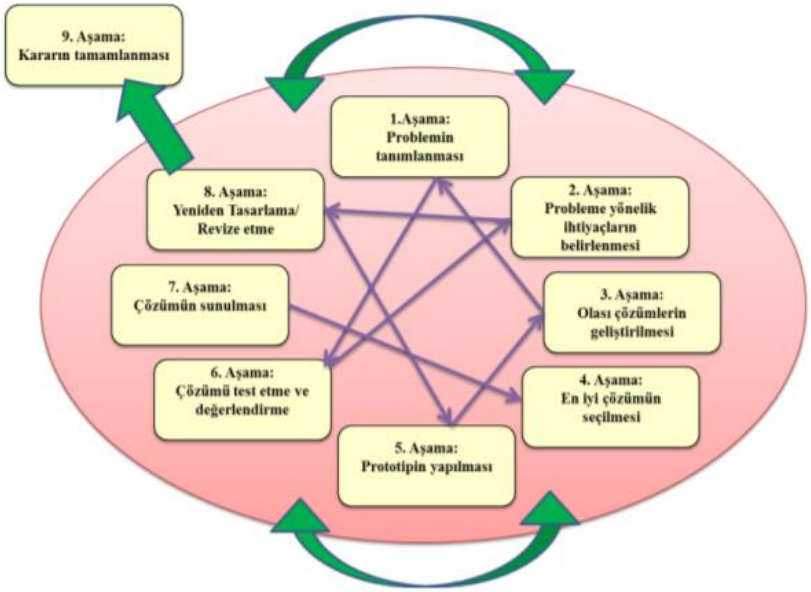
(1) Tasarım problemleri gerçek yaşamdan uygulamalı görevleri içerek şekilde tasarlanmalıdır, seçilmelidir.
(2) Tasarım görevleri esnasında öğrencinin aşina olduğu, kullanımı olay olan materyaller seçilmelidir.
(3) Tasarım görevleri işbirlikli çalışmaya imkan veren, öğrenci merkezli etkinlikler olmalıdır.
(4) Tasarım problemlerinin birden fazla çözümü olmalıdır.
(5) Tasarım görevleri için sınırlı sayıda fen ve mühendislik kavramın seçilmelidir.
(6) Tasarım sürecinin tekrarlanabilir olduğu vurgulanmalı, öğrencilerin gerekli durumlarda belli basamaklara dönmesine imkân tanınmalıdır.

Wendell ve diğ. (2010) ilkokul öğrencileri için tasarım sürecinin merkezde yer aldığı bir model önermişlerdir (Şekil 2.10). Bu model ile öğrenciler bir mühendisin tasarım sürecini nasıl yaptığını öğrenir. Tasarım süreci ilk olarak problemin belirlenmesiyle başlar, olası çözümler araştırılır, belirlenen çözümlerden en uygun olana karar verilir, prototip oluşturulur, test edilir, gerekli ise yeniden yapılır ya da prototipte iyileştirmelere gidilir. Mühendislik tasarım sürecini fen dersine uyarlamak için ise merkezin etrafındaki döngü takip edilir. Bu döngüdeki büyük mühendislik tasarım görevinin açıklanması mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenmesi safhasına karşılık gelmektedir. Öğrenciler büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için belli bilgi ve becerilere ihtiyaç duyacaklarından mini araştırmalar veya mini tasarımlar yoluyla bu bilgi ve becerileri kazanırlar. Mini tasarım ve araştırmalar büyük mühendislik görevine yönelik öğretmen tarafından belirlenir. Bu aşamada öğrencilerin fiziksel modeller oluşturmasına ve test etmesine dikkat edilmelidir. Bir sonraki aşamada ise öğrenciler büyük tasarım için en uygun çözümü belirleyip, prototipi yapmaya geçerler. Ardından prototipi test ederek, prototipte eksiklikler varsa giderirler.



Şekil 2.10: Tasarım Temelli Fen Eğitimi (Wendell ve diğ. (2010)'dan uyarlayan Ercan, 2014).

Hynes ve diğ. (2011), Wendell ve diğ. (2010) modelini lise düzeyi öğrenciler için uyarlamışlardır (Şekil 2.11). Model, 9 basamaktan oluşmaktadır.



Şekil 2.11: Mühendislik tasarım süreci ((Hynes ve diğ. 2011)'den uyarlayan Bozkurt, 2014).

Mühendislik tasarım süreci tek yönlü bir döngü olmadığından bu modelde yer alan oklar aşamaların herhangi birinde, diğer bir aşamaya geri dönülebileceğini ifade etmektedir. Bu model de tasarım süreci problemin tanımlanması ile başlamaktadır. Öğrenciler problem durumunu belirleyip, bileşenlerine ayırırken, kendi kısıtlamalarını ve sınırlılıklarını belirlerler. Yani problem durumunu kendileri için özelleştirirler. Sonraki aşamada ise öğrenciler tasarlayacakları ürün veya süreçle ilgili neler bildiklerini, neleri araştırmaları gerektiğini tespit ederler ve gerekli durumlarda araştırma yaparlar. Mühendisler tasarım sürecinde geçmişte kullanılan çözüm yöntemlerini araştırıp, bu doğrultuda kendi tasarımlarına yön verirler. Bu sebeple öğrencilerin tasarımın ihtiyacına yönelik bilgi edinme becerisini kazanmaları önem arz etmektedir. Öğrenciler belirledikleri kriter ve sınırlılıklar etrafında beyin fırtınası ile farklı çözümler bulmaya çalışırlar. Beyin fırtınasının küçük gruplar içinde yapılması önerilmektedir. Öğrenciler beyin fırtınası ile buldukları fikirleri not ederler. Fikirlerini kriterler ve sınırlılıklara göre analiz edip, çözümlerin içinden kriter ve sınırlılıklarını en çok taşıyan olası çözüme karar verirler. Öğrenciler mühendislerin profesyonel yaşamda yaptıkları optimizasyonu sınıf ortamında deneyimlerler. Olası çözüme karar verdikten sonra tasarım ayrıntılarını gösteren bir model oluştururlar. Prototip bir model veya sunum olabilir. Bu aşamada prototipin bilimsel gerçeklere uygunluğuna bakıldığından, prototipin test değerlerine bakılmaz. Prototipin nihai haline karar verildikten sonra prototip sınırlılıklar ve kriterler doğrultusunda test edilir. Test etme sürecinde elde edilen değerler analiz edilerek prototipte iyileştirmeler yapılır. Öğrenciler arkadaşlarına prototiplerinin son halini sunarak, geri bildirimler alırlar. Geri bildirimler doğrultusunda gerekli iyileştirmeleri yaparlar. Son derste ise iyileştirilmiş prototiplerin en iyi çözüm olup, olmadığına karar verirler.

Tasarım süreci tekrarlanabilir bir süreçtir. Tasarım becerilerini öğrenciler tasarım sürecinde öğrenir ve bu süreçte yaratıcılık, iletişim, işbirliği, eleştirel düşünme gibi becerilerini kullanırlar. Alanyazında tasarım temelli öğrenmelerin öğrencilere ve öğrenme süreçlerine olan faydaları vurgulanmıştır. Fen eğitimindeki tasarım temelli öğrenmeyi temel alan çalışmaların büyük çoğunluğu deneysel çalışmalardır (intervention studies) (Anderson ve Shattuck, 2012) ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerle çalışılmıştır (Apedoe ve diğ., 2008; Fortus ve diğ., 2004; Kolodner ve diğ., 2003a). Tasarım temelli öğrenme ile öğrenciler gerçek hayat problemlerini çözerken bilimsel argümanlar geliştirirler (Fortus ve diğ., 2004). Ayrıca tasarım temelli öğrenme öğrencilerin motivasyonlarını arttırır, üst düzey bilimsel düşünme becerilerini geliştirir, özgüvenleri arttırır, bilgi düzeyleri artar, öğrenme sürecinde sorumluluk almayı öğrenirler, öğrencilerin başarı düzeyleri artar (Beetham ve Sharpe, 2013; Fortus ve diğ., 2004;

Guzey ve diğ., 2017; Havenga ve Van Wyk, 2017; Marulcu ve Barnett, 2013; Moore ve diğ., 2014). Öğrencilerin STEM becerileri ve bilimsel muhakeme becerileri artar, fen derslerine karşı olumlu tutum geliştirirler, mühendislik alanlarına ilgileri artar, problem çözme becerileri gelişir (Duran ve diğ., 2014; Ercan, 2014; Guzey ve diğ., 2019; Havenga ve Van Wyk, 2017; Silk ve diğ., 2009).

2.6. KİMYADA STEM

Kimya, beş duyu organlarıyla algılanamayan kavramların çoğunlukta olduğu bir bilim dalıdır. Fen bilimleri alanında kariyer yapmayı planlayan bir kişi eğitim hayatı boyunca muhakkak kimya dersleri alacaktır. Ancak gerek üniversite düzeyinde gerek lise ve ilköğretim düzeyinde (fen bilimleri derslerinde kimya kavramları öğretilmektedir) kimya derslerini alan öğrenciler kimyayı zor bir disiplin olarak nitelendirmektedir. Bu durum kimya disiplinin çoğunlukla beş duyu organlarıyla algılanamayan durumlarla ilgili konu ve kavramları içermesinden kaynaklanmaktadır (Woldeamanuel ve diğ., 2014). Ayrıca kimya konularında öğrenilmesi gereken yasalar, kurallar ve formüller bulunmaktadır. Bu durum öğrencilerin kimya dersine karşı olumsuz tutum geliştirmelerine sebep olmaktadır (Adesoji ve diğ., 2017). Öğrencilerin matematik becerilerinin, fizik bilgilerinin, problem çözme becerilerinin zayıf olması ve ayrıca kimya dersine karşı olan olumsuz tutumları, motivasyon eksikliği ve altmikroskobik düzeydeki kavramların anlaşılamaması kimya başarılarını olumsuz yönde etkilemektedir (Taha ve diğ., 2014).

Kimya eğitiminde makroskobik, alt-mikroskobik, ve sembolik olmak üzere üç düzeyden faydalanılmaktadır. Makroskobik düzey öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları renk değişimi, bir maddenin hal değiştirmesi (örneğin buzun erimesi) gibi gözlenebilen, beş duyu organıyla algılanabilen kimya olaylarının olduğu boyuttur (De Jong ve Taber, 2007; Treagust ve diğ., 2003). Makroskobik gösterimler daha çok konuya başlarken, öğrencilere kavramlarla çevrelerindeki olaylar arasında ilişki kurmalarına yardımcı olması için kullanılmaktadır (Johnstone, 1993). Kavramları öğretirken sadece makroskobik düzeyde kalmak öğrencilerin alternatif kavramlar oluşturmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple makroskobik düzey ile diğer düzeyler arasında ilişkilendirmeler yapılmalıdır. Alt-mikroskobik boyut; direk gözle veya mikroskopla görülemeyen atom, atom hareketi, elektron hareketi, elektron düzeni gibi olayları açıklamak için kullanılan boyuttur (De Jong ve Taber, 2007; Treagust ve diğ., 2003). Sembolik gösterimler ise denklemler, semboller, analojiler, modeller, kimyasal eşitlikler, deneysel formüller, grafiklerdir (De Jong ve Taber, 2007; Treagust ve diğ.,

2003). Öğrencilerin kimya konularını ve kavramlarını öğrenmesini sağlamak için bu üç düzey birbiriyle ilişkilendirilmelidir ve aralarındaki geçişlere vurgu yapılmalıdır (Gabel, 1999; Treagust ve diğ., 2003; Wu, 2003). Gösterimler arasındaki geçiş ve ilişkilendirmeler öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini arttırmaktadır (Treagust ve diğ., 2003). Yapılan çalışmalar bu üç boyut arasında anlamlı ilişkilendirme kuramayan öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Gabel, 1999). Bu sebeple öğrencilerin kavramsal anlamalarını doğru şekilde geliştirmeleri önemlidir.

Alternatif kavramlar bireysel yaşantı ve deneyimler ile öğretim süreci sonucunda oluşmaktadır (Yağbasan ve Gülçiçek, 2003). Öğretim sürecinde öğretmenin alan bilgisi, pedagojik yeterlilikleri, kullanılan yöntem ve teknikler alternatif kavramların oluşmasını etkilemektedir (Ecevit ve Şimşek, 2017). Bu sebeple temel kimya kavramlarının etkili ve doğru bir şekilde öğrenilmesine olanak sağlanmalıdır (Ecevit ve Şimşek, 2017). Ayrıca kimyanın alt disiplinlerinde ve diğer disiplinlerde yer alan kavramlarla ilişkilendirmeler yapılmalıdır (Martinez ve diğ., 2021).

Geleneksel müfredatlarda kimyada yer alan konu ve kavramlara ayrı ayrı odaklanılmaktadır, temel düşünceler (core ideas) ve kesişen kavramlara (cross-cutting concepts) değinilmemekte ya da çok az vurgu yapılmaktadır (McGill ve diğ., 2019). Ayrıca kimya kavramları öğretilirken genellikle öğrencilerin pasif olduğu düz anlatım gibi yöntem ve teknikler tercih edilmektedir (McGill ve diğ., 2019). Bu durum öğrencilerin öğretilen kimya kavramlarını birbirleriyle, diğer disiplinlerle ve bilimsel yöntem ile ilişkilendirerek öğrenmeleri yerine ezberlemelerine neden olmaktadır (Martinez ve diğ., 2021; Neuman ve Harmon, 2018). Örneğin, Genel Kimya dersi öğretim programında yer alan termodinamik konusu biyolojik sistemlerdeki reaksiyonlarda da geçmektedir. Ancak, osmoz gibi biyolojik olayları açıklarken termodinamiğin ilkeleri ve entropi konusu ile ilişkilendirme yapılmamakta, bu durum da konunun temellerinin öğrenilmesini engellemektedir (Martinez ve diğ., 2021). Bununla birlikte, öğrencilere entropi konusunda öğrendiklerini, hücreler arasında görülen osmoz olayının açıklanması sürecinde kullanmalarını sağlayacak öğrenme ortamı sunulduğunda konunun temellerini açıklayabildikleri belirlenmiştir (Martinez ve diğ., 2021). Bu durum, kimya kavramlarının farklı disiplinlerle ve alt disiplinleriyle ilişkilendirildiği, bütünleşik, gerçek yaşama dayanan tematik kimya öğretim programlarının önemini ortaya koymaktadır (DeJong ve Talanquer, 2015; DeJong ve Taber, 2014; Gilbert ve diğ., 2004; McGill ve diğ., 2019; Neuman ve Harmon, 2018). Kimya kavramlarının gündelik hayat ve diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek öğretilmesi öğrencilerin bilişsel düzeydeki öğrenmelerini olumlu etkilemekte

ve öğrencilere farklı disiplinleri öğrenme fırsatı sunmaktadır (Hardy ve diğ., 2021). Öğrenciler farklı disiplinlerde öğrendikleri beceriyi ve bilgiyi ne zaman kullanacaklarını deneyimlemektedirler (Hardy ve diğ., 2021). Öğrenciler öğretim hayatı sonrasında da bölgesel, ulusal ve küresel bazda gerçek hayatta karşılaştıkları problemlerin çözümünde bu beceriyi kullanmaktadırlar.

Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Hedefleri (Sustainable Development Goals) doğrultusunda belirlediği 17 küresel hedef bulunmaktadır. Bu hedefler şunlardır: (1) Yoksulluğu bitirmek (2) Açlığı bitirmek (3) İnsan sağlığı ve refahı (4) Herkes için kaliteli eğitim (5) Toplumsal cinsiyet eşitliği (6) Herkes için su ve kanalizasyon hizmetlerinin ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliği (7) Erişilebilir ve temiz enerji (8) İnsan onuruna yakışır işler ve ekonomik kalkınma (9) Endüstri, inovasyon ve alt yapı (10) Eşitsizliklerin azaltılması (11) Sürdürülebilir şehir ve toplumlar (12) Sürdürülebilir tüketim ve üretim (13) İklim değişikliği (14) Su altında yaşamın korunması (15) Karasal ekosistemlerin korunması (16) Barış, adaletin sağlanması ve bu durumları kapsayıcı kurumların inşa edilmesi (17) Hedeflerin gerçekleştirilmesi için iş birliklerinin yapılması. Belirlenen 17 hedef karmaşık hayat problemlerine dayanmaktadır ve kimya bu problemlerin çözümünde diğer disiplinlerle birlikte kullanılmalıdır (Hardy ve diğ., 2021). Tablo 2.2'de kalkınma hedeflerine yönelik olası çözüm önerileri verilmiştir.

Tablo 2.3: Sürdürülebilir kalkınma 2030 hedeflerine yönelik kimyanın yer aldığı çözüm önerileri (Hardy ve diğ., 2011'den Türkçe'ye uyarlanmıştır).

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA 2030 HEDEFLERİ		KİMYANIN YER ALDIĞI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
1	Yoksulluğu bitirmek	Kimya disiplinin biyoloji, matematik, mühendislik, fizik gibi diğer disiplinlerle kullanıldığı alanlarda yeni iş imkanları yaratmak
2	Açlığı bitirmek	Tarımsal faaliyetlerin yeni zirai kimyasallar, biyolojik ve kimyasal teknikler kullanılarak ürün üretiminin, ürün kalitesinin geliştirilmesi ve üretim maliyetlerinin azaltılması
3	İnsan sağlığı ve refahı	Ekonomik tıbbi ilaçların üretilmesi, yöntemlerin geliştirilmesi, kimya prensiplerinin ve diğer disiplinlerinin sağlık sektöründe kullanımıyla ilgili eğitimlerin arttırılması
4	Herkes için kaliteli eğitim	Kimya ve kimya disiplinlerinin kullanıldığı disiplinlerarası alanlarda (örneğin; farmakodinamik gibi) eğitim fırsatlarının geliştirilmesi ve herkes için ulaşılabilir olması
5	Toplumsal cinsiyet eşitliği	Kimya disiplinin kullanıldığı disiplinlerde cinsiyet eşitliğinin arttırılması, geleneksel cinsiyet rollerinin baskın olduğu alanlarda bu yoğunluğun azaltılması (örneğin; palmiye yağı üretimi, atık yönetimi gibi)
6	Herkes için su ve kanalizasyon hizmetlerinin ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliği	Çevre dostu, ekonomik su filtrasyon yöntemlerinin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin farklı yerlerde kullanıma uygun olması
7	Erişilebilir ve temiz enerji	Uygun fiyatlı, güvenli, yenilebilir enerji üretimi ve depolanmasıyla ilgili yöntemlerin geliştirilmesi

Tablo 2.4 (devam): Sürdürülebilir kalkınma 2030 hedeflerine yönelik kimyanın yer aldığı çözüm önerileri (Hardy ve diğ., 2011'den Türkçe'ye uyarlanmıştır).

	SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA 2030 HEDEFLERİ	KİMYANIN YER ALDIĞI ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
8	İnsan onuruna yakışır işler ve ekonomik kalkınma	Kimyanın diğer disiplinlerle entegre edildiği farklı iş alanlarının oluşturulması
9	Endüstri, inovasyon ve alt yapı	Girişimcilik, liderlik, yöneticilik, buluş gibi unsurları destekleyen kimyanın diğer disiplinler birlikte kullanıldığı iş sahalarının küresel düzeyde desteklenmesi
10	Eşitsizliklerin azaltılması	Farklı grupların kimya ile ilgili iş sahalarında eşit miktarda yer alması ve ülkeler arasındaki eşitsizliklerin giderilmesi
11	Sürdürülebilir şehir ve toplumlar	Enerji, gıda, konut, ulaşım, su gibi alanlarda kimya disiplinin etkili bir şekilde kullanılarak sürdürülebilir şehir hayatlarının geliştirilmesi ve toplumlara ulaştırılması
12	Sürdürülebilir tüketim ve üretim	Sürdürülebilir üretim ve tüketimin döngüsel ekonomiye entegre edilmesi
13	İklim değişikliği	İklim kimyasının teorik ve uygulama boyutlarının derinlemesine öğrenilmesi, iklim değişikliğinin önüne geçmek ve olası etkilerini azaltmak için sürdürülebilir yöntem ve materyallerin geliştirilmesi
14	Su altında yaşamın korunması	Deniz, okyanus ve deniz kaynaklarını korumak için üretim ve dağıtım sistem, kaynaklarından kaynaklanan kirliliklerin azaltılması, paketleme için biyolojik olarak çözünebilecek materyallerin geliştirilmesi
15	Karasal ekosistemlerin korunması	Karasal ekosistemlerin ve canlı çeşitliliğinin korunması için kimyasal maddelerin, farklı materyal ve metotların geliştirilmesi
16	Barış, adaletin sağlanması ve bu durumları kapsayıcı kurumların inşa edilmesi	Kimyanın da etkin bir şekilde yer aldığı her seviyede etkili, hesap verilebilir kapsayıcı kurumların ve kuralların oluşturulması
17	Hedeflerin gerçekleştirilmesi için iş birliklerinin yapılması	Sürdürülebilir bir toplumda küresel ve yöresel bazda bilgi transferinin sağlanması amacıyla akademi, sanayi, sivil toplum kuruluşları ve kamu kurumları arasında iş birliklerinin yapılması

Kimyanın diğer disiplinlerle beraber kullanımı sadece bölgesel, ulusal ve küresel sorunları çözmek için değil, kimyayı anlamamızı ve öğretim şeklimizi değiştirmek içinde kullanılabilir (Hardy ve diğ., 2021). Son yıllarda geliştirilen bilgisayar yazılım ve donanımları kimyanın anlaşılmasını kolaylaştırmıştır ve kimya öğretiminde farklılaşmalara sebep olmuştur (Hardy ve diğ., 2021). Kimya, bilgisayar ve enformasyon bilimlerinin birlikte kullanımıyla ortaya çıkan kemoinformatik disiplini bir molekülün kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinin belirlenmesini; veri madenciliği, verilerin toplanması, sınıflandırılması, depolaması, indekslenmesi, veri tabanlarının tasarımı, organizasyonu, çok değişkenli istatistik ve makine öğrenmesi gibi teknikleri kullanarak yapmaktadır (Hardy ve diğ., 2021). Matematiksel hesaplamaların yapıldığı termodinamik, kinetik, moleküler tanımlayıcılar, stereokimya gibi kimya konular çevrimiçi ortamlarda öğretildiğinde öğrencilerin makro, mikro ve sembolik boyutlar arasında ilişki kurması sağlanır ve bu durum kimya kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Hardy ve diğ., 2021). Kimya kavramlarının öğretimine matematik, hesaplama, programlama gibi alanların entegre edilmesiyle farklı braşlardan

öğrenci gruplarına (örneğin biyologlara, ezcacılık öğrencilerine, yazılımcılara) kimya öğretilebilir (Hardy ve diğ., 2021).

Bütünleşik STEM yaklaşımının kimya disiplinine entegrasyonu ile ilgili farklı çalışmalar yapılmıştır (Bruce ve diğ., 2016; Burrows ve diğ., 2014; Fakayode ve diğ., 2014; Shaner ve diğ., 2016; Tamburini ve diğ., 2014). Örneğin; Burrows ve diğ. (2014) 12. sınıf öğrencilerine biyodizel yaptırarak kimya ve biyoloji kavramlarının entegrasyonunun yanı sıra mühendislik süreci ile de entegrasyonu sağlamışlardır. Öğrenciler derste önce alglerin nasıl fotosentez yaptığını araştırmış, ardından alglerin oksijen üretimine ışık ve sıcaklığın nasıl etki ettiğini gözlemlemişlerdir. Atık yağlardaki serbest yağ miktarını belirleyip, yağ asidini nötralleştirmek için gerekli NaOH miktarını belirleyen öğrenciler alglerden ürettikleri biyodizelin enerjisini kalorimetre aracılığıyla ölçerek test etmişlerdir. Geliştirilen bu öğretim modülü 2006-2010 yılları arasında farklı 12. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve öğrencilerin fene karşı ilgilerinin arttığı, mühendisliğe yönelimlerinin olumlu yönde etkilendiğini ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı tespit edilmiştir.

Tamburini ve diğ. (2014) "Kağıttan Plastiğe" adlı bir modül geliştirmişlerdir ve öğrencileri STEM alanlarında kariyer yapmaya teşvik etmek için öğrencilere disiplinlerarası somut örnekler sunmuşlardır. Öğrencilere hazırlanan programda anorganik kimya (mürekkep uzaklaştırılması, kâğıt hamuru üretimi), biyoloji ve biyokimya (selüloz sindirimi, laktik asit fermantasyonu), organik kimya (laktik asit oligomerizasyonu, laktik oluşumu, laktik polimerleşmesi) bilgilerini içeren 16 ünite hazırlamıştır. Hazırlanan ünitelerdeki etkinlikler iki yüksek lisans öğrencisi mentorlüğünde sekiz hafta boyunca 16 lise öğrencisine uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin geliştirilen modülü eğlendirici buldukları, bilimsel yöntemi laboratuvar ortamında kullanma fırsatı edindikleri, üniversitede kariyer olarak STEM alanlarına yönelmeye istekli olduklarını belirlemişlerdir.

Bruce ve diğ. (2016) üniversite öğrencilerinin atmosferik olaylar ve iklim konuları ile kimya kavramlarını ilişkilendirmelerini sağlamak amacıyla üniversite öğrencileriyle genel kimya laboratuvarı dersi kapsamında 5 yarıyıl boyunca bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma kapamında üniversite öğrencilerinin sera gazlarıyla ilgili kavramsal öğrenmelerini anlamak ve kavram yanılgılarını gidermek/azaltmak amacıyla araştırma-sorugulama tabanlı öğrenme ortamında öğrencilere düşük maliyetli malzemeler ile spektrofotometre tasarlatmışlardır. Üniversite öğrencileri atmosferik olaylarda gerçekleşen kimyasal olayları keşfederken sanal laboratuvar ortamında farklı gaz moleküllerinin radyasyon yayarken gerçekleşen enerji transferlerini keşfetmişlerdir. İkinci aşamada ise gruplar halinde çalışarak sıcak plaka, kızılötesi

sensor gibi farklı malzemeleri kulanarak spektrofotometre tasarlamışlardır. Öğrenciler sera gazlarının moleküler düzeyde absorbsiyonunun termal etkisini araştırırken, iklimler ilgili verileri farklı kurumlardan temin etmişlerdir. Verileri karşılaştırarak ulaştıkları sonuçları ise gruplar halinde posterler hazırlayıp sunmuşlardır. Çalışmadan elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin sera gazlarıyla ilgili anlayışlarının değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca sanal laboratuvar ortamının öğrencilerin atmosferik düzeyde gerçekleşen kimyasal olayları anlamalarını kolaylaştırdığı, kavram yanılgılarını azalttığı tespit edilmiştir.

Kimyanın diğer fen disiplinleri ve mühendislik ile ilişkilendirilmesini konu alan farklı çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Shaner ve diğ. (2016) HARPOON adlı ileri oksidasyon yöntemlerinden olan elektro-oksidasyon süreçlerini içeren, farklı metal oksit karşımlarının uygun koşullarda oksidasyon ile oksijen üretme kapasitelerini belirlemeyi sağlayan bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem de öğrenciler iki aşamlı bir deney yapmaktadırlar. Deneyin ilk kısmında Flor-Kalay Oksit (FTO) katkılı cam elektrotun yüzeyinde farklı bölgelere bakır nitrat, kalsiyum nitrat, alüminyum nitrat gibi farklı aktif maddelerin tuzlu çözeltilerini damlatarak, elektrot kil fırınında 500 ^{o}C sıcaklıkta 6 saat ısıtılarak metal oksitlerin oluşması sağlanmaktadır. Deneyin ikinci kısmında ise öğrenciler FTO katkılı elektrotu kullanarak suyun elektrolizi esnasında çıkan oksijen miktarını ve hızını belirlemeyi sağlayacak bir düzenek hazırlamışlardır. Öğrenciler düzeneği hazırladıktan sonra hızlı oksijen çıkışının gerçekleştiği düzeneği belirlemişlerdir. HARPOON ile öğrenciler daha önce öğrenmiş oldukları yenilenebilir enerji, sürdürülebilirlik, yeşil kimya ve mühendislik arasında ilişki kurmuşlardır. Başka bir su analiziyle ilgili çalışma ise Fakayode ve diğ. (2014) tarafından yapılmıştır ve jeoloji ile kimya disiplinleri ilişkilendirilmiştir. Öğretmenler için hazırlanmış beş günlük mesleki eğitimde, öğretmenler gruplara ayrılmış, her grup göl kenarına giderek göl suyunun sıcaklığını ve pH değerini ölçmüş ve numuneler almıştır. Daha sonra alınan su numunesi filtre kâğıttan geçirilmiş, süspansiyon haldeki tanecikler gravimetrik olarak belirlemiştir. Çözünmüş tanecikler ise su buharlaştırılıp, kütle tayini yapılarak belirlenmiştir. Suyun sertliği Etilen Diamin Tetra Asetik asitin titrasyonuyla; sudaki toplam organik madde miktarı özütleme ve buharlaştırma ile bulunmuştur. Katılımcı öğretmenler bu programı heyecan verici bulmuşlar, mesleki gelişimleri açısından faydalı olduğunu ifade etmişlerdir.

Aydin-Gunbatar ve diğ. (2018) kimya öğretmen adayları ile Kimya Odaklı farklı mühendislik etkinlikleri (soğuk su pedi tasarımı, elmaların kararmasını önleme, ev yapımı indikatör ve pH kâğıdı yapımı, elektrik pili geliştirme) gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar

çalışmaları ile kimya öğretmen adaylarının STEM dersi sonrasında alan bilgilerinin, STEM ile ilgili kavramların, mühendislik ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili görüşlerinin değişimini belirlemeyi amaçlamışlardır. STEM eğitimi sonrasında öğretmen adaylarının Kimya Başarı Testi ön test – son test sonuçları arasında anlamlı bir fark bulmuşlardır. Öğretmen adaylarının STEM, mühendislik ve tasarım süreciyle ilgili STEM eğitimi öncesindeki görüşleri incelendiğinde ise adayların STEM'i tanımladığı, disiplinlerarası ilişkileri yüzeysel olarak açıkladığı, gerçek hayat problemlerinin STEM'deki rolüne çok az adayın vurgu yaptığı ve çok az adayın mühendislik tasarım sürecinden bahsettiği belirlenmiştir. STEM eğitimi sonrasında ise adaylar STEM'i detaylı bir şekilde tanımlamıştır, STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri detaylı olarak açıklamışlardır. Ayrıca STEM eğitiminin 21.yy.becerilerine etkisinden de bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreciyle ilgili görüşlerinde olumlu bir değişim olmasına rağmen, mühendislik tasarım sürecinin döngüsel bir süreç olduğunu kavrayamamışlardır.

Aydin-Gunbatar ve diğ. (2020b) on üç öğretmen adayının kimya odaklı tasarım temelli etkinlikler sonrasında bütünleşik STEM-PAB'larında değişimi belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu amaçla öğretmen adayları iki ders planı geliştirmişlerdir. Öğretmen adayları 13 haftalık ders boyunca bütünleşik STEM, disiplinlerin entegrasyonu, mühendis, mühendislik tasarım süreci, pedagojik alan bilgisi ve STEM disiplinleriyle ilgili gerekli alan bilgilerini öğrenmişlerdir. Adaylar tasarım temelli 6 kimya etkinliği ile de mühendislik tasarım sürecini deneyimlemişlerdir. Araştırmacılar bu öğretmen eğitimi sonrasında adayların oluştuğunu, STEM disiplinlerini daha kolay ilişkilendirdiklerini ve STEM öğrenme sürecini değerlendirmeyi öğrendiklerini belirtmişlerdir

Özetle; kimya disiplinin farklı disiplinler ile entegre edilerek öğretimi öğrencilerin fene karşı ilgilerini arttırmakta, kalıcı öğrenmeyi sağlamakta, STEM mesleklerine olan yönelimleri arttırmaktadır (Burrows ve diğ., 2014; Tamburini ve diğ., 2014). Bunun yanında öğrencilerin kavram yanılgılarını azaltmakta ve gündelik hayatta gerçekleşen kimyasal olayları anlamalarına yardımcı olmaktadır (Bruce ve diğ., 2016). Kimya disiplinin entegre edildiği öğretmen eğitimleri öğretmenlerin STEM alan bilgilerinin artmasını sağlamakta, mühendislik ile ilgili görüşlerinde olumlu görüş benimsemelerine yardımcı olmaktadır (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018). Alanyazında yapılan çalışmalarda kimya disiplinini temel alan STEM çalışmalarının oldukça sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda daha çok kimya disiplinine olan

ilginin arttırılması, öğrencilerin kimyanın diğer disiplinlerle olan ilişkisinin fark edilmesinin amaçlandığı görülmektedir.

2.7. PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİ

Alanyazında pedagojik alan bilgisi (PAB) kavramı ilk kez Shulman tarafından 1986'da kullanılmıştır. Shulman (1986) öğretmenlerin konu alan bilgisi (KAB), PAB ve müfredat bilgisi olmak üzere üç tür bilgiye sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Shulman (1987)'da PAB'ı "öğretmenliğin bilgi temeline" dahil etmiştir. Bu bilgi temeli üçü içerikle (alan bilgisi, PAB, müfredat bilgisi) ilgili olmak üzere toplam 7 kategoriden oluşmaktadır. Diğer dört kategori ise genel pedagoji, öğrenciler ve özellikleri, eğitimsel içerikler ve eğitimsel amaçlardır.

1. Özel Alan Bilgisi: Öğretmenin öğreteceği alanın (matematik, biyoloji, kimya vb.) temel kavramlarıyla ve içeriğiyle ilgilidir. Alan bilgisi, bilginin öğretmenin zihninde düzenlenmesini içerir. Alan bilgisini düşünmek sadece alanla ilgili kavram bilgisini değil, alan bilgisinin yapısını anlamayı da kapsar.
2. Genel Pedagojik Bilgi: Öğretmenin nasıl öğreteceğiyle ilgilidir. Öğrenciyi tanıma, öğrenme kuramları, sınıf yönetiminde ilkeler ve stratejiler, materyal geliştirme ve kullanma, ölçme ve değerlendirme vb. bilgi ve beceriler bu kategoride yer alır.
3. Müfredat (Program) Bilgisi: Öğretmenin öğretim programlarının hedeflerini, içeriğini, öğrenme- öğretme süreçlerini ve değerlendirme boyutlarını kavramasıyla ilgilidir.
4. Öğrenen Kişilerin Bilgisi: Öğrencilerin fiziksel, zihinsel, sosyal, duygusal, dilsel ve psikolojik gelişim dönemlerini, onların zihinsel ve sosyal yapılarının işleyişini, ilgi ve gereksinimlerini, nasıl daha iyi öğrendiklerini bilmeyi içerir.
5. Genel Öğretim İçerik Bilgisi (Eğitim Sistemi Bilgisi) : Okulun yapısı, işleyişi, kültürü, sınıf, sınıfın yapısı, kültürü, araç ve gereçler, eğitim teknolojisi gibi konuları bilmeyi içerir.
6. Eğitim Hedefleri, Değerleri, Tarihi ve Felsefi Temelleri Bilgisi: Eğitimin genel amaçları, felsefi temelleri gibi bilgiyi içerir.
7. Pedagojik Alan Bilgisi: Çeşitli öğretim strateji, yöntem ve teknikleri kullanarak herhangi bir dersin ya da konunun nasıl öğretilebileceğini, öğrenciler için nasıl anlaşılır hale getirilebileceğini, öğrenciler için dersin nasıl geliştirilebileceğini bilmeyi, uygulamayı içerir. Öğretmenin herhangi bir konuyu anlatırken kullanması gereken öğretim yöntem, teknik ve stratejileri belirleyerek, konuya ait kavramları öğrencilere öğretmesini sağlayan bilgidir.

Öğretmenlerin sahip olmaları gereken bilgiler Shulman (1987)'dan sonra Grossman (1989), tarafından modelleştirilmiştir. Grossman (1990) modeline dayanarak, Magnusson ve diğ. (1999) fen eğitimi için PAB'ın kapsamlı bir modelini geliştirmişlerdir. Magnusson, Krajcik ve Borko modelinde, öğretmenlik için önemli olan bilgiyi çeşitli bilgilerin dönüşümü olarak tanımlamıştır. Bunun yanında bu modelde yalnızca öğretmenlerin konu alan bilgilerinin dönüşümü değil ayrıca bu bilgi alanlarına uyumları da dikkate alınmıştır. Magnusson ve diğ. (1999) pedagojik alan bilgisinin 5 bileşeni olduğunu ifade etmiştir;

a) Fen Bilgisi öğretmenliğine uyum

b) Fen Bilgisi müfredatı hakkında bilgi ve düşünceye sahip olma

c) Öğrencilerin belirli fen konularını kavraması hakkındaki bilgi ve düşünceler

d) Fen Bilgisindeki değerlendirmeler hakkındaki bilgi ve düşünceler

e) Fen Bilgisi öğretimindeki öğretim stratejileri hakkındaki bilgi ve düşünceler

Park ve Oliver (2008) ve Magnusson ve diğ. (1999) modeliyle benzerlikler gösteren; ancak odak noktası bu modelden farklı olan bir başka PAB modeli geliştirmişlerdir. Magnusson ve diğ. (1999) PAB'ın bileşenlerine odaklanırken, Park ve Oliver (2008), PAB'ın bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki ilişkiye odaklanmışlardır. Park ve Oliver (2008) modelinde PAB'ı, öğretmenlerin bir konu hakkında farklı yöntemleri, gösterim metodlarını, değerlendirme yöntemlerini kullanarak sınıf, sosyal ortam, kültürel etken gibi değişkenleri göz önüne alarak öğrencilerin öğrenmelerine yardımcı olmaları şeklinde tanımlamıştır. Park ve Oliver(2008) PAB'ın beş bileşenden oluştuğunu ifade etmişlerdir: (1) Fen öğretimine yönelik yönelimler (orientations to teaching science) (Öğretmenin farklı seviyelerde fen öğretimine yönelik amaç ve hedeflerle ilgili bilgi ve düşüncesini kapsar). (2) Fen müfredatı ile ilgili sahip olunan bilgi (knowledge of science curriculum) (Farklı sınıf düzeylerinde öğretilmesi hedeflenen kazanımlarla ilgili bilgiyi ve öğrencilerin ön öğrenmelerini bilmeyi kapsar). (3) Öğrencilerin fen konularıyla ilgili öğrendikleriyle ilgili bilgi (Öğrencilerin öğrenmekte zorlandıkları kavram ve alanlarla ilgili bilgiyi, öğrencilerin kavram yanılgıları bilgisini de kapsar). (4) Fen öğrenmeleriyle ilgili değerlendirme (Fen konuları için uygun değerlendirme yöntem ve metotları seçebilmeyi kapsar). (5) Fen öğretimiyle ilgili öğretim stratejileri.

Var olan modeller 2012 yılında pedagojik alan bilgisiyle ilgili yapılan bir çalıştayda tartışılmış zayıf yönleri belirlenmiştir (Gess-Newsome, 2015). Öncelikle, pedagojik alan bilgisi değerlendirilirken öğretmenlerin öğretim sürecinde içinde bulundukları duygu ve düşünce durumları da belirleyici faktörler olduğundan değerlendirme sürecinde bu noktalara daha fazla vurgu yapılmalıdır. Ayrıca pedagojik alan bilgisi öğretmenin içinde bulunduğu sosyal ve

kültürel ortamdan da başka bir deyişle din, dil gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. Son olara, pedagojik alan bilgisi değerlendirilirken öğretmenlerin nasıl eğitim aldıkları boyutu göz ardı edilmektedir. Bunun yanında eğitim süreci sadece eğitim çıktılarına, başka bir deyişle sınav başarısı gibi sonuçlara dayandırılarak değerlendirilmemeli, öğrencilerin öğrenme sürecinde ortaya çıkardığı tüm ürünler dikkate alınmalı, yani süreç değerlendirilmelidir. Belirlenen bu zayıf noktalar dikkate alınarak çalıştayda araştırmacılar tarafından Konuya Özgü Mesleki Alan Bilgisi Modeli (topic-specific professional knowledge –TSPK) olarak adlandırılan yeni bir model önerilmiştir. Bu modele göre, pedagojik alan bilgisi belirli konuların öğrenilmesi sürecinde belirli düzeydeki öğrenci grubuna kazandırılması hedeflenen bilgi ve becerilerle ilgili öğretmenlerin sahip olduğu bilgidir (Gess-Newsome, 2015). Bu modelde öğrencilerin öğrenme sürecindeki kazanımları ön plandadır.

Konuya Özgü Mesleki Alan Bilgisi Modeli (topic-specific professional knowledge – TSPK) farklı bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenler; (1) Öğretmenlikle ilgili temel düzeyde sahip olunması gereken bilgiler (Değerlendirme süreci ile ilgili bilgiler, pedagoji bilgisi, içerik bilgisi, öğrencilerle ilgili bilgiler ve müfredatla ilgili bilgileri kapsar), (2) Belli bir alan bazında sahip olunması gereken temel bilgiler (Öğretim yöntem ve teknikleriyle ilgili bilgiler, alanla alakalı gösterimlerin bilgisi, öğrenci öğrenmesiyle alakalı bilgiler, fen uygulamalarıyla ilgili bilgiler, beyin temelli becerilerden oluşmaktadır), (3) Filtre ve yükselticiler (Öğretmenlerin ön bilgileri, genel durum, öğretmenlerin inançları ve yönelimleri), (4) Sınıf içi uygulamalar (Kişisel pedagojik alan bilgisi, öğretmenin sahip olduğu bilgi ve beceriler, sınıf ortamıyla alakalı durum ve bilgiler), (5) Öğrencilerden elde edilen ürünler şeklinde sıralanmıştır.

Yapılan çalşmalar, pedagojik alan bilgisinin karmaşık olduğu ve dolayısıyla ölçülmesinin zor olduğunu ortaya koymaktadır (Hill ve diğ., 2007; Phelps ve Schilling, 2004). Alanyazında pedagojik alan bilgisinin farklı yöntemlerle ölçülmektedir. Bu değerlendirme yöntemlerinden açık uçlu ya da çoktan seçmeli kağıt-kalem testleri (Örneğin; Baumert ve diğ., 2010; Kirschner ve diğ., 2015; Mavhunga ve Rollnick, 2013), videolarla ilişkilendirilmiş yazılı testler (Örneğin; Brovelli ve diğ., 2014; Roth ve diğ., 2011), öğretmenlerin dersleriyle ilgili not ve ders planlarına dayandırılarak oluşturulan kodlamalarla yapılan değerlendirmeler (Örneğin; Fischer ve Neumann, 2012: Roth ve diğ., 2011), ders kayıtlarına dayandırılarak oluşturulan kodlamalar ve görüşmelere dayandırılarak yapılan değerlendirmeler (Örneğin; Olszewski ve diğ., 2010) alanyazında ön plana çıkmaktadır. Araştırmacıların bazıları bu yöntemlerden sadece birini kullanırken, bazıları birkaç yöntemi birlikte kullanarak eldeki veriyi üçgenleme yoluna gitmektedir. Pedagojik alan bilgisinin değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar yapan

araştırmacılar, kullanılan bu yöntemlerin zayıf ve güçlü yanlarını rapor etmişlerdir (Hill ve diğ., 2007). Örneğin; Hill ve diğ. (2007) kâğıt-kalem testlerinde öğretmelerin direk olarak bir alandaki yeterliliklerinin ölçüldüğü, bu alanı oluşturan alt öğelerin değerlendirme esnasında göz ardı edildiğini, öğretmenlerin derslerinde kullandıkları yöntem ve teknikler değerlendirilirken kullanılan rubrikler ile çoğunlukla pedagojik olarak öğretimin kalitesine bakıldığını belirtmektedir. Bu nedenle alanyazında birkaç veri toplama yönteminin birlikte kullanılması önerilmektedir.

2.7.1. STEM Pedagojik Alan Bilgisi

STEM eğitiminin etkili bir şekilde okullarda uygulanmasını etkileyen farklı faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerden biri öğretmenlerdir. Öğretmenler kendilerini STEM eğitimiyle, mühendislik ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili, disiplinlerarasında ilişkilendirme konularında yetersiz hissetmektedirler (Daugherty ve diğ., 2014; El-Deghaidy ve Mansour, 2015; Hacıoğlu ve diğ., 2016; Margot ve Kettler, 2019; Özbilen, 2018). Öğretmenlere göre STEM eğitimini, kullanılan öğretim programlarıyla ilişkilendirmek zor olmakla birlikte öğretim programlarında esnekliğin olmaması bu durumu daha da zorlaştırmaktadır (Asghar ve diğ., 2012; Margot ve Kettler, 2019). Ders sürelerinin yetersizliği, okul yöneticilerinden yeterli desteğin görülmemesi, maddi olanakların kısıtlı oluşu, ulusal/eyalet bazlı çoktan seçmeli sınavların öğrenci değerlendirmesi için kullanılması, öğretmenlere yüklenecek sorumlulukların artması, STEM disiplinlerinde öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmek için yeterli alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme araçlarının olmayışı gibi nedenlerde STEM eğitiminin uygulanmasını etkileyen öğretmenler dışındaki diğer faktörlerdir (Asghar ve diğ., 2012; Dare ve diğ., 2014; Margot ve Kettler, 2019). Öğretmenler STEM eğitiminin, öğrencileri için faydalı olduğunu düşünmelerine rağmen STEM ile ilgili alan bilgilerinin yetersiz olduğunu, STEM'e dayalı bir öğrenme ortamı yaratmada kendilerini yetersiz hissettiklerini dile getirmektediler (Margot ve Kettler, 2019). Bu problemlerin aşılmasında en önemli görev ve sorumluluk öncelikle öğretmen yetiştirme programlarına düşmektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018).

Öğretmen yetiştirme programları öğretmen adaylarının STEM okur-yazarlıklarını arttıracak, STEM eğitimiyle ilgili bilgi, beceri ve deneyimlerini arttıracak şekilde düzenlenmelidir (Berisha ve Vula, 2021; Shernoff ve diğ., 2017). Öğretmen yetiştirme programlarına tasarım odaklı düşünme, bilgi işlemsel düşünme, bilimsel araştırma, öğrenme teorileri gibi konularla ilgili teorileri ele alan dersler eklenmelidir (Kelley ve Knowles, 2016). Öğretmen adaylarına bilimsel araştırma, mühendislik tasarım süreci, teknoloji ve tasarım gibi

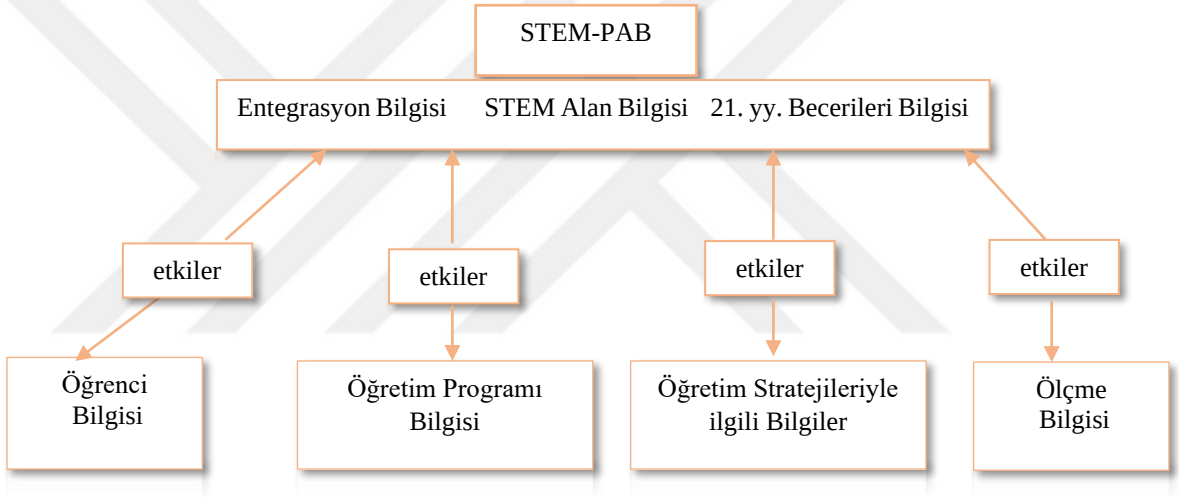
konularda deneyim kazanmalarını sağlayacak, STEM alan bilgilerinin artmasını sağlayacak öğrenme ortamları sağlanmalıdır (Berisha ve Vula, 2021). Öğretmen adaylarına lisans eğitimleri boyunca verilen eğitim dışında ayrıca halihazırda görev yapan öğretmenlere de STEM eğitiminin nasıl uygulanacağı, disiplinlerin entegrasyonuyla ilgili hizmet içi eğitimler verilmelidir (Berisha ve Vula, 2021; Kelley ve Knowles, 2016; Shernoff ve diğ., 2017).

Öğretmen ve öğretmen adayları STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayabilmek için STEM Pedagojik Alan Bilgisi (STEM-PAB)'ne sahip olmalıdırlar (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020b; Vossen ve diğ., 2020). STEM-PAB öğretmen ve öğretmen adaylarının uzman oldukları alanı STEM disiplinlerinden en az biriyle ilişkilendirebilmelerini, uygun yöntem ve teknikleri seçebilmelerini, öğretim programındaki kazanımları öğretebilecekleri, öğrencilerin ilgilerini çekecek öğrenme ortamı tasarlayabilme becerisini kapsamaktadır (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020b; Magnusson ve diğ., 1999; Saxton ve diğ., 2004; Vossen ve diğ., 2020). Öğretmenlerin fen ve/veya matematiği mühendislik ile ilişkilendirmek, mühendislik problemlerini tanımlamak, problemlerin sınırlarını çizebilmek, doğru ölçme araçlarını doğru yerde kullanabilmek için STEM-PAB'a sahip olmaları gerekliliği vurgulanmaktadır (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020). STEM-PAB, PAB ile benzer özellikleri taşımakla birlikte STEM disiplinlerine odaklanmaktadır. Magnusson ve diğ. (1999), fen öğretmenleri için beş bileşenli bir PAB modeli önermişlerdir. Modeldeki bileşenler şunlardır: (1) Fen öğretimine uyum ve yönelimler (2) Öğretim programı bilgisi (3) Öğrenci bilgisi (4) Ölçme bilgisi (5) Öğretim stratejileriyle ilgili bilgiler. Bu model fen eğitimine özgüdür, öğretim sırasında kullanılan öğretim yöntemleri, ölçme ve değerlendirme gibi farklı boyutlara odaklanmaktadır. Ayrıca bu model 2015 yılında PAB Zirvesi'nde ortaya konan Uzlaşma Modeli (The Model for Teacher Professional Knowdge and Skills) ile de uyuşmaktadır. Bununla birlikte, Gess-Newsome (2015) modeldeki "Fen öğretimine uyum ve yönelimler" bileşeninin çıkarılmasının alanyazın ile daha tutarlı olduğunu, PAB içine gömülmesinin daha açıklayıcı olacağını belirterek modelden bu bileşenin çıkarılmasını önermiş, ilgili bileşenin belirsiz olması ve diğer PAB bileşenleri ile ilişkisinin açıkça ifade edilmemiş olması (Friedrichsen ve diğ., 2011) bu öneriyi uygun kılmıştır. Benzer yapı STEM-PAB için de uygun olup sunulan araştırmada, alanyazındaki modeller dikkate alınarak Magnusson ve diğ. (1999) tarafından önerilen ve Gess-Newsome (2015) tarafından dört bileşen içerecek şekilde düzenlenen STEM-PAB modeli kulanılmaktadır. Şekil 2.12'de görselleştirilen bu bileşenler;

1. Öğrenci Bilgisi: Öğretmenin öğrencinin bir ürün tasarımı esnasında karşılaşacağı zorluklarla ilgili bilgisi, ya da ürün tasarım sürecinde öğrencinin bilimsel bilginin

kullanımıyla ilgili karşılaşacağı zorluklarla ilgili bilgisi, öğrencinin öğrenmesini ya da tasarımı yapmasını engelleyecek fen ve diğer STEM disiplinleriyle ilgili kavram yanılgılarıyla ilgili bilgi (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020b)

2. Öğretim programı bilgisi: Öğretim programında STEM eğitimi ile hedeflenenlerin bilgisi, öğretim programında STEM eğitimiyle kazandırılması hedeflenen kazanımların bilgisi (fen bilimleri ve diğer STEM disipleriyle ilgili kazanımlar)
3. Öğretim stratejileriyle ilgili bilgiler: Bütünleşik STEM dersinde kullanılacak yöntem ve tekniklerle ilgili bilgiler (problem tabanlı, proje tabanlı, tasarım temelli öğrenme gibi)
4. Ölçme bilgisi: Öğrencilerin öğrenme süreci boyunca STEM disiplinleri ile ilgili öğrenmelerini değerlendirmek için kullanılacak ölçme değerlendirme yöntemleriyle ilgili bilgiler.



Şekil 2.12: STEM-PAB ve bileşenleri.

Öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayabilmeleri, STEM ders planları hazırlayabilmeleri için STEM disiplinleriyle ilgili alan bilgisine sahip olmaları, öğrenci ihtiyaçlarını belirleyebilme ve bu ihtiyaçlara yönelik uygun yöntem ve teknikleri seçebilme becerisini kazanmış olmaları, STEM disiplinlerinin entegrasyonuyla ilgili bilgi ve deneyim sahibi olmaları, STEM eğitimini vereceği öğrencinin bulunduğu sosyal ve kültürel ortamla ilgili bağlam bilgisine sahip olmaları gerekmektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Margot ve Kettler, 2019; Shulman, 1987; Vossen ve diğ., 2020; Yıldırım, 2020). Ayrıca öğretmenlerin 21. yy. becerileri ile ilgili bilgi sahibi olmaları da gerekmektedir. Bu becerilere sahip öğretmenler 21. yy. becerilerinin geliştirileceği öğrenme ortamları daha kolay tasarlarlar ve bu becerilerle ilgili değerlendirmeleri sınıf ortamında yapabilirler (Ceran, 2021).

Fen bilimleri öğretmen adayları, öğretmen yetiştirme programlarında fen bilimleri alanlarıyla ve fen konularının öğretimiyle ilgili farklı mesleki dersler almaktadırlar. Ülkemizde olduğu gibi dünyada da fen bilimleri öğretmen adayları fen bilimleri ve matematik disiplinleriyle ilgili alan dersleri alırken, teknolojiyle ilgili az, mühendislik ile ilgili ise hiç ders almamaktadırlar. Bu nedenle, STEM'de mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin öğretmen ve öğretmen adayları tarafından en az anlaşılan alanlardır (Reed, 2018). Ancak, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM-PAB'larını geliştirmek için STEM disiplinleriyle ilgili temel düzeyde bilgiye sahip olmaları, dolayısıyla STEM disiplinleriyle ilgili dersleri almaları önemlidir (Anderson ve diğ., 2020). Araştırmalar da öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesinde zorlandıklarını, STEM ders planı hazırlamada yeterli bilgi ve deneyime olmadıklarını, mühendislik ve teknoloji disiplinleriyle ilgili yeterli bilgi ve deneyime sahip olmadıklarını, gündelik hayat problemlerini içeren otantik öğrenme ortamı tasarlamakta zorlandıklarını, STEM öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde yetersiz kaldıklarını göstermektedir (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Aydeniz ve Bilicana, 2018; Bektaş ve Aslan, 2019; Dare ve diğ., 2019; El-Deghaidy ve Mansour, 2015; El-Deghaidy ve diğ., 2017; Kim ve Bolger, 2017; Menon ve Devadas, 2019; Reed, 2018; Teo ve Ke, 2014; Uysal ve Cebesoy, 2020). Bu sebeple, öğretmen ve geleceğin öğretmenleri öğretmen adaylarının STEM-PAB'larının, STEM alan bilgilerinin, 21.yy. becerileriyle ilgili bilgilerinin, 21. yy. becerilerini becerilerini değerlendirme yöntemleriyle ilgili bilgi ve becerilerinin, alan entegrasyon bilgilerinin arttırılması gerekmektedir.

STEM-PAB'ın ve bileşenlerinin gelişmesi için öğretmen yetiştirme programları ilk basamaktır. Öğretmen adaylarının STEM-PAB'larının geliştirilmesi profesyonel meslek yaşamlarında bütünleşik STEM eğitimini etkili bir şekilde kullanmalarına imkan verecektir (Vossen ve diğ., 2020). Alanyazında öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM-PAB'larının arttırılmasına yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

Arslan ve Yıldırım (2020) üçüncü sınıfa devam eden 22 fen bilimleri öğretmen adayıyla on hafta boyunca STEM uygulamaları gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar, STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının öz-yeterliklerine, pedagoji ve alan bilgilerine etkilerini incelemişlerdir. Karma araştırma yöntemi desenlerinden yakınsayan paralel desene uygun tasarlanan çalışmada öğretmen adaylarına önce STEM ile ilgili teorik bilgi verilmiştir.Daha sonra astronomi konularıyla ilgili örnek STEM uygulamaları gösterilmiştir ve örnek ders planları inceletilmiştir. Son olarak öğretmen adaylarından ders planları hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları hazırladıkları ders planlarını sınıfta sunmuşlardır. Öğretmen

adaylarının ders planlarına araştırmacılar tarafından geri bildirimler verilmiştir. Araştırmada nitel veriler "Öğretmen Adayı Görüşme Formu" ile, nicel veriler ise "Fen Öğretiminde Öz-Yeterlik Ölçeği" ile toplanmıştır. Nicel veriler SPSS paket programı ile analiz edilmiştir ve Fen Öğretiminde Öz-yeterlik inancı ölçeği ön test – son test sonuçları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmen Adayı Görüşme Formu ile toplanan veriler ise içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Nitel verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının STEM uygulamaları öncesinde enerji dönüşümüyle ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve enerji dönüşümleri gündelik hayatla ilişkilendirirken sınırlı sayıda örnek verdikleri belirlenmiştir. Uygulamalardan sonra ise öğretmen adaylarının enerji dönüşümüyle ilgili alan bilgilerinin arttığı, gündelik hayatla daha kolay ilişkilendirme yaptıkları tespit edilmiştir.

Yıldırım (2020) nitel araştırma yöntemlerinden özel durum çalışması desenine göre tasarladığı çalışmasında STEM Öğretmen Enstitüleri Eğitim Modeli (SÖEEM)'ni geliştirmiştir. Bu modelde öğretmenlere 80 saatlik bir STEM eğitimi verilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Modele göre STEM eğitimleri öğretmenlere STEM okur yazarlığı kazandırmalıdır. STEM okur yazarı öğretmenler STEM eğitimi ile ilgili güncel gelişmeleri takip etmeli, alanla ilgili okumalar yapmalı ve doğru kaynaklardan bilgi edinerek, edindiği bilgileri derslerine entegre edebilmelidir. STEM eğitimi verilmek istenen hedef öğretmen grubunun önce branşları, alan bilgileri, pedagojik alan bilgileri, bağlam bilgileri, entegrasyon bilgileri ve 21. yy. becerileriyle ilgili bilgileri belirlenmelidir. Eksik ve zayıf tespit edilen alanlar dikkate alınarak öğretmen eğitimleri tasarlanmalıdır. STEM eğitimi öncesinde öğretmenlere kazandırılması planlanan bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor hedefler de belirlenmelidir. STEM eğitim içeriği öğretmenlerin STEM-PAB (alan bilgisi, pedagoji bilgisi, 21. yy. beceri bilgisi, entegrasyon bilgisi ve bağlam bilgisi)'larını geliştirecek şekilde düzenlenmelidir. STEM eğitimi alanında uzman kişiler tarafından vermelidir. STEM eğitimlerinde öğretmenlere ders planları hazırlatılmalı ve sınıflarında uygulamaları desteklemelidir. Bu sayede öğretmenler STEM eğitimlerinde aksayan yönleri belirleyebilecek ve zayıf yönlerini geliştirme fırsatı bulacaklardır.

Aydin-Gunbatar ve diğ. (2020b) on üç öğretmen adayının bütünleşik STEM-PAB'larının on üç haftalık bir ders ile nasıl değiştiğini belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada veri kaynağı olarak görüşmeler, haftalık yansıtma kağıtları ve alan bilgisi gösterimlerini (Content Representation) değerlendirmek amacıyla ön ve son ders planları kullanılmıştır. Ayrıca çalışma sonunda yeni bir model de önerilmiştir. Model öğrenme (learn), deneyim (experinece), mentorlerle çalışma (study with mentors), gelişmin yansıtılması (reflect

on development) basamaklarının kısaltmaları kullanılarak LESMeR olarak isimlendirilmiştir. Modelin öğrenme boyutunda bütünleşik STEM eğitiminin ne olduğu, mühendislik ve mühendislik tasarım süreci, pedagojik alan bilgisinin ne olduğu, STEM disiplinleriyle ilgili gerekli alan bilgileri öğretilmiştir. Modelin deneyim boyutunda öğretmen adayları tasarım temelli kimya konularına yönelik tasarlanmış altı adet etkinliği yapmışlardır. Gruplar tasarım günlükleri ile farklı tasarım etkinlikleri üzerinde çalışmışlardır. Mentorlerle çalışma boyutunda ise öğretmen adayları ile gruplar oluşturulmuştur, öğretmen adaylarına STEM ders planlarının geliştirilmesi sürecinde araştırmacılar tarafından yönlendirmeler yapılmıştır. Adaylar mentorler ile üç kez bir araya gelmişlerdir. Toplantılarda geliştirdikleri STEM ders planları, planlarının güncel ve bir önceki halinin karşılaştırmasını yapmışlardır. Modelin gelişimin yansıtılması boyutunda ise altı etkinlik boyunca ve STEM ders planı tasarlama süreçlerinde öğretmen adaylarının öğrendikleri kimya kavramlarının ve bilgilerinin bütünleşik STEM bilgilerinin ders planlarına nasıl entegre edileceği, kavramlarla ilgili kimya bilgisi üzerine tartışmalar yapılmıştır. Araştırmada bulguların analizi sonucunda öğretmen adaylarının alan bazlı PAB'larının (Topic-Specific PCK) çalışmanın başında benzer seviyede, A seviyesinde olduğu, çalışma bittiğinde ise B (beş öğretmen adayı) ve C (sekiz öğretmen adayı) seviyelerinde olduğu belirlenmiştir. A seviyesinde öğretmen adayları kimya kavramlarını kullanarak bir ders planı hazırlamışlardır. A seviyesindeki bir ders planında kavram yanılgılarına yer verilmiştir. Uygun yöntem, teknik, stratejiler seçilmiştir, kavram yanılgıları belirlenmiştir. Uygun gösterimler kullanılmıştır. Öğrencilerin yalnızca kimya kavramlarını öğrenmeleri değerlendirilmiştir. B seviyesinde ise kimya kavramlarıyla ilgili hedef ve kazanımlar yazılmıştır. Öğrencilerin kimya kavramlarıyla ilgili kavram yanılgılarına ve diğer STEM kavramlarıyla ilgili bazı kavram yanılgılarına yer verilmiştir. STEM disiplinlerinin entegrasyonu bazı yerlerde sınırlı şekilde (farklı gündelik hayat problemi kullanımı gibi) yapılmıştır. Öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili öğrenmeleri değerlendirilmiştir. C düzeyinde ise; en az iki STEM disipliniyle ilgili kazanımlara yer verilmiştir. STEM disiplinleriyle ilgili kavram yanılgıları detaylı bir şekilde verilmiştir. Bütünleşik STEM öğretimi için farklı stratejiler ve STEM ile ilgili bir unsur (tersine mühendislik gibi) kullanılmıştır. STEM disiplinleriyle ilgili öğrenmeler değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının ilk ders planları ve son ders planları kıyaslandığında sekiz öğretmen adayının (C düzeyi) tasarım süreci için kazanım yazmanın önemli olduğunun farkına vardığı belirlenmiştir. B düzeyindeki öğretmen adayları ise tasarım süreciyle ilgili kazanımlara ilk planlarında yer vermezken, son ders planlarında tasarım kazanımlarını eklemişlerdir. B düzeyindeki ders planlarında öğretmen adaylarının müfredatla ilgili bilgilerinin ve strateji ve

yöntem bilgilerinde boşluklar olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adayları ilk ders planlarında sadece kimya ile ilgili kavram yanılgılarına odaklanırken, son ders planlarında ise diğer STEM disiplinleri ile ilgili (B ve C düzeyi) yanılgılarına da yer vermeleri gerektiğiyle ilgili farkındalıkları artmıştır. C düzeyi planları yapan adaylar ise ders planlarında STEM kavram yanılgılarına yer vermişlerdir. İlk ders planlarında öğretmen adayları sadece kimya kavramlarıyla ilgili öğrenmeleri değerlendirmişlerdir. Ancak son ders planlarında B düzeyinde plan yapan adaylara bakıldığında; öğretmen adaylarının kimya kavramlarıyla ve diğer STEM disiplinleri (odaklanılan değerlendirme kimya kavramları, diğer STEM disiplinleri ile ilgili değerlendirmeler mevcut) ilgili öğrenmelerin değerlendirilmesini ders planına dahil ettikleri belirlenmiştir. C düzeyindeki ders planlarında ise hem kimya hem de diğer STEM disiplinleriyle ilgili öğrenmelere odaklanılmıştır. STEM etkinlikleri ile öğretmen adayları farklı değerlendirme yöntemlerinin bütünleşik STEM dersinde nasıl kullandığını deneyimlemiştir. Bütünleşik STEM, disiplinlerin entegrasyonu, mühendis, mühendislik tasarım süreci ile ilgili bilgilerin oluşmasını sağlamıştır. Öğretmen adayları öğrenme sürecinde aktif rol alarak gerçek hayattan probleme yönelik tasarım yapmışlardır. Tasarımların da düzenlemeler yaparak yeniden ürünlerini tasarlamışlardır. Ayrıca mentorler öğretmen adaylarının ihtiyaçlarına yönelik yönlendirmelerde de bulunmuşlardır. Mentorlerle çalışmak öğretmen adaylarının fen ve diğer disiplinleri ilişkilendirmesine yardımcı olmuştur. Mentorlerle çalışmak STEM-PAB'larının oluşmasına ve gelişmesine katkıda bulunmuştur. Yansıtma kağıtları öğretmen adaylarının değerlendirme ile ilgili özellikle süreç değerlendirmesinin STEM'de kullanımına dikkat çekmiştir. Adaylar öğrencilerin öğrenme süreçlerini de değerlendirmeyi öğrenmişlerdir.

Vossen ve diğ. (2020) altı öğretmenin hizmet içi eğitime katıldıktan sonra kişisel PAB'larının ve inançlarının nasıl değiştiğini, bilimsel araştırma ve tasarım arasında yaptıkları ilişkilendirmenin hizmet içi eğitim öncesinde ve sonrasında nasıl olduğunu belirlemek amacıyla nitel bir çalışma yapmıştır. Hizmetiçi eğitimin ilk toplantısında öğretmenler ile araştırma ve tasarımın ne olduğu, aralarındaki ilişki tartışılmıştır. İkinci toplantıda bilimsel araştırma ve tasarım arasındaki ilişkinin öğretilmesiyle ilgili yöntem ve stratejiler, bilimsel araştırma ve tasarımın ayrı olarak öğretimi konularının üzerinde durulmuştur. Öğretmenler İçerik Gösterimlerini (Content Representation) grup halinde hazırlamışlardır. Önce tasarım ve bilimsel araştırmanın öğretileceği ana fikre karar vermişlerdir. Büyük fikirle ilgili öğrencilerin bilmesi gereken kavramları belirlemişlerdir ve bu kavramların öğrencilere öğretimiyle ilgili stratejilere ve ilgili eğitim materyallerine birkaç beyin fırtınası yaparak karar vermişlerdir. Üçüncü toplantıda öğretmenlerden belirledikleri stratejileri ve eğitim materyallerini sınıflarında

deneyenler deneyimlerini paylaşmıştır. Öğretmenler meslektaşlarından aldıkları dönütlere göre stratejilerinde ve eğitim materyallerinde düzenlemeler yapmışlardır. Öğretmenler öğrencilere tasarım ve bilimsel araştırma arasında bağlantı kurmaya imkân verecek şekilde düzenlemeler yapmıştır. Dördüncü ve son toplantıda ise bir önceki toplantılar özetlenmiştir ve düzenledikleri eğitim materyalleri ve stratejilerin sınıflarında kullanımlarından edindikleri deneyimler tartışılmıştır. Sonrasında ise tasarım ve bilimsel araştırma arasında ilişkilendirmeye imkân verecek bir proje üzerinde her öğretmen bireysel olarak çalışmaya başlamıştır. Öğretmenlerin kişisel PAB'larını ve inançlarını belirlemek amacıyla ilk hizmetiçi toplantıdan önce ve son hizmetiçi toplantıdan sonra yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bulguların analizi sonucunda öğretmenlerin ilk toplantı öncesinde bilimsel araştırma ve tasarım arasındaki ilişkiyi açıkça ifade edemedikleri belirlenmiştir. Ancak son toplantı sonrasında öğretmenler bilimsel araştırma ve tasarım arasındaki ilişkiyi net ifadeler kullanarak söylemişlerdir. Araştırmacılar bilimsel araştırma ve tasarım arasındaki ilişkinin kurulmasının, bilimsel araştırma ve tasarımın öğretimiyle ilgili öğretmenlerin kişisel PAB'larını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca gruplar halinde yapılan tartışmalar, hizmetiçi toplantılar grubun beraber bilgi üretmesine de imkân vermiştir. Araştırmacılar tasarım ve bilimsel araştırma arasındaki ilişkilendirmenin öğretmenlerin sarmal ve gerçekçi bir STEM öğrenme ortamı hazırlamalarını kolaylaştıracağı sonucuna ulaşmışlardır.

Aydin-Gunbatar ve diğ. (2018) sekiz kimya öğretmen adayının 12 haftalık seçmeli bir STEM dersi sonunda alan bilgilerinin, STEM ile ilgili kavramlarının, mühendislik ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili görüşlerinin değişimini belirlemek amacıyla bir karma araştırma yapmışlardır. STEM seçmeli dersinde öğretmen adaylarına önce bütünleşik STEM eğitimi, mühendislik ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili teorik bilgi verilmiştir. Sonrasında ise öğretmen adayları kimya odaklı farklı STEM etkinlikleri (soğuk su pedi tasarımı, elmaların kararmasını önleme, ev yapımı indikatör ve pH kâğıdı yapımı, elektrik pili geliştirme) yapmışlardır. Nicel veri toplama aracı olarak Kimya Başarı Testi; nitel veri toplama aracı olarak ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı kağıtlar kullanılmıştır. STEM eğitimi sonrasında öğretmen adaylarının Kimya Başarı Testi ön test-son test sonuçları karşılaştırıldığında aralarında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Seçmeli STEM dersi öğretmen adaylarının alan bilgilerini arttırmıştır. Öğretmen adaylarının STEM, mühendislik ve tasarım süreciyle ilgili kavramlarıyla ilgili görüşlerine bakıldığında ise; ilk görüşmelerde öğretmen adaylarının STEM'i tanımlayabildiği, disiplinlerarası ilişkilerle ilgili yüzeysel açıklamalar yaptıkları, gerçek hayat problemlerine çok az öğrencinin vurgu yaptığı,

çok az adayın tasarım sürecine değindiği belirlenmiştir. Son görüşmelerden sonra ise öğretmen adayları STEM'i detaylı bir şekilde tanımlamıştır. Adaylar STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri detaylı bir şekilde açıklamışlardır. Gerçek hayat problemlerine, problemlerin çözümlerine yönelik tasarım yapılmasına vurgu yapmışlardır. Ayrıca STEM eğitiminin yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme gibi becerileri geliştirdiğini de vurgulamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları araştırma-sorgulama tabanlı öğrenme ve problem tabanlı öğrenme gibi yaklaşımlarının STEM'de kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından bir aday dışında tümünün mühendislik tasarım süreciyle ilgili görüşleri de 12 haftalık bu ders sonrasında değişmiştir. Mühendislik tasarım süreci sonunda adaylar tarafından ürün oluşumuna da vurgu yapılmıştır. Ancak öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin döngüsel özelliğini fark edememişlerdir. Mühendislik etkinlikleri öğretmen adaylarının matematik ve fen disiplinleri arasında ilişki kurmasına yardımcı olmuştur.

Kang ve diğ. (2018) on yedi sınıf öğretmenin Yeni Nesil Fen Standartları (YNFS)'nda yer alan mühendislik ve fen becerileriyle ilgili kendilerine olan güvenlerini, müfredatla ilgili bilgilerini ve PAB'larını belirlemek amacıyla likert tipi sorulardan ve açık uçlu sorulardan oluşan bir anket hazırlamışlardır. Bu araştırmadan elde edilen bulgular bir hizmetiçi eğitim tasarlamak için kullanılmıştır. Araştırmacıların geliştirdikleri anketin ilk bölümünde iki soru (Bu kazanım ile hangi alandaki becerinin tanımlandığını ne kadar iyi biliyorsun? Bu kazanımların öğretimiyle ilgili kendine ne kadar güveniyorsun?) yer almaktadır. Bu sorular ile öğretmenlerin YNFS'nda yer alan mühendislik ve fen becerileriyle ilgili kendilerine olan güvenlerinin ve YNFS'na aşinalıklarının ölçülmesi hedeflenmiştir. İkinci bölümde ise mühendislik ve fen becerilerini ikinci sınıf öğrencilerine uygulama süreciyle ilgili açık uçlu sorular (Öğrenciler ile fen dersinde YNFS'ye göre uygulama yaparken öğrenciler nasıl tepki vermektedir? Bu becerileri öğretmen olarak nasıl teşvik ettin? Öğrenciler bu esnada ne yapıyordu?) yer almaktadır. Likert tipi sorular analiz edildikten sonra öğretmenlerin en yüksek puanı verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması kısmından, en düşün puanı ise matematik ve bilişimsel hesaplama bölümünden aldıkları belirlenmiştir. Açık uçlu sorulardan elde edilen bulgular analiz edildiğinde ise öğretmenlerin sınıf düzeyine göre müfredat içeriklerinde neler istendiğini anladıkları belirlenmiştir. Öğretmenler mühendislik ve fen becerilerini ayrı ayrı birbirinden izole bir şekilde öğretmek yerine bütünleşik şekilde öğretildiği öğrenme senaryolarından örnekler vermişlerdir. Öğretmenler mühendislik ve fen becerilerinin öğretimi sırasında öğrencilerin eksikliklerini, zorlandıkları noktaları ve ilgi duydukları noktaları belirleyebildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenler farklı stratejilerin mühendislik ve fen

becerilerinin öğretiminde kullanılabileceğini de dile getirmişlerdir. Özellikle grup çalışmaları, deneyler, gözlemler yapma, veri toplama, modelleme, yapılandırılmış araştırma-sorgulama temelli öğrenme terimleri öğretmenler tarafından vurgulamıştır. Öğretmenlerin modellemeyle ilgili olarak öğrencilerin fiziksel modeller oluşturmalarına odaklandıkları, matematiksel gösterimlerden, analoji ve simülasyonlardan ise bahsetmedikleri belirlenmiştir. Modellerin bir olgunun nasıl, neden açıkladığını tahmin etme ve açıklama boyutu ise öğretmenler tarafından hiç belirtilmemiştir. Öğretmenler öğrencilerin bir konuyla ilgili araştırma tasarlaması ve sürdürmesiyle ilgili farklı yollar olduğunu belirtmiştir. Ancak farklı çözüm yollarından olguyu ölçecek ve gözlemleyecek en uygun yöntemin belirlenmesi ile ilgili bir fikirlerinin olmadığını söylemişlerdir. Mühendislik ve fen becerilerinin öğretimi bir disiplini öğretmekten daha karmaşık ve farklı öğeleri barındırdığından öğretmenler hizmetiçi eğitimlere ihtiyaç duymaktadırlar. Öğretmenlerin mühendislik ve fen becerilerinin bütünleşik olarak öğretimiyle ilgili öğretmenlere farklı öğrenme senaryoları sunulmalıdır. Ayrıca öğrencilerin fen ve mühendislikle ilgili dil kullanma becerilerinin geliştirilmesine de odaklanılmalıdır.

Roseman ve diğ. (2017) Lise Biyolojisine Doğru (Toward High School Biology [THSB]] adıyla 8 haftalık, 19 etkinlikten oluşan sekizinci sınıf düzeyine uygun bir öğrenme modülü geliştirmişlerdir. Modül; öğrenci çalışma kitabı, öğretmen kitabı, online öğretmen kaynakları ve üç günlük hizmet içi eğitimi kapsamaktadır. Öğrenme modülü bitki ve hayvan büyümesi ile THSB'de yer alan canlı ve cansız sistemlerde kimyasal reaksiyonlar, maddenin fiziksel dünyada ve canlı dünyasında kütlesinin korunumu, bilimsel süreç becerileri, veri analizi, modelleme, açıklama ve iletişim boyutları ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmacılar öğrenme modülünü geliştirirken Davis ve Krajcik (2005)'in önerdiği öğretmenlerin alan bilgilerinin, pedagojik alan bilgilerinin gelişmesine imkân veren buluşsal yöntemi kullanmışlardır. Öğrenme modülü ile öğretmenlerin bilgi ve beceri değişimlerinin araştırılması ve Davis ve Krajcik (2005)'in modelinin YNFS'ye göre öğrenme modüllerinin geliştirilmesine uygunluğu araştırılmıştır. Altı ortaokul öğretmeni araştırmaya katılmaya gönüllü olmuştur. Öğretmenler öğrenme modülünü kullandıkları ilk yıl üç günlük hizmet içi eğitimlere katılmışlardır. Sonrasında ise bir gün bir araya gelerek öğrenme modülünün YNFS ile ilişkilendirilmesi ile ilgili tartışmalar yürütmüşlerdir. Öğretmenler öğrenme modülünü sınıflarında uyguladıktan sonra, 15 öğrencinin çalışma kağıtlarını dersin bitiminde araştırmacıların verdiği rubrik ile değerlendirmişlerdir. Ayrıca öğretmenler öğrencilere geri bildirimler verilmişlerdir veya rubrik ile değerlendirmelerden aldıkları puanları söylenmişlerdir. Bu durum öğrencilere çalışma kağıtlarını yeniden gözden geçirme,

açıklamalarını yeniden yazma fırsatı sağlamıştır. Araştırmacılar öğretmenlerin bu değerlendirmelerini öğretmenlerin alan bilgilerini ve pedagojik alan bilgilerini değerlendirmek amacıyla kullanmışlardır. Araştırmada toplanan bulguların analizinden sonra Davis ve Krajcik (2005)'in önerdiği modelin YNFS'ye uygun modül geliştirmeye uygun olduğu tespit edilmiştir. Hizmetiçi eğitimlerden sonra öğretmenlerin atom, molekül, atom ve moleküllerin dizilimleri, maddenin korunumu konularıyla ilgili alan bilgileri de artmıştır. Hizmetiçi eğitim öncesinde öğretmenlerin öğrencilerin kavram yanılgılarıyla ilgili bilgileri çok az iken, hizmetiçi eğitim sonrasında da bir artış göstermemiştir.

Sibuma ve diğ. (2018) okul öncesi öğretmenlerinin mühendislik alan bilgilerinin, öz yeterlik ve öğretmenlik uygulamalarının nasıl değiştiğini belirlemek amacıyla sekiz üniteden oluşan STEM'in Tohumları (The Seeds of STEM) adlı öğrenme modülünü geliştirmişlerdir. Araştırmacıların pilot veri sonuçlarını paylaştıkları çalışmalarında, çalışmaya 42 öğretmen katılmıştır. 21 öğretmen 8 sınıfta modülü uygulamıştır, 9 sınıfta ise 21 öğretmen her zaman kullandıkları öğretim programı ve etkinlikleri kontrol grubu olarak uygulamışlardır. Modülü uygulayacak öğretmenler 2,5 saat hizmet içi eğitime katılmışlardır. Öğretmenler mühendislik tasarım süreci, bütünleşik STEM eğitiminde problem çözümü gibi konuları öğrenmişlerdir. Hizmet içi eğitim sonrasında öğretmenlere modüldeki farklı üniteler verilmiştir ve sınıf uygulamalarını kaydetmeleri istenmiştir. Öğretmenler araştırmanın başında ve sonunda bir anket doldurmuşlardır. Ankette STEM'e karşı tutum ve öz yeterlikle ilgili 14 Likert tipi soru, mühendislik öğretimi öz yeterliğiyle ilgili 11 Likert tipi soru, 18 mühendislik alan bilgisi ve STEM-PAB'la ilgili açık uçlu soru yer almaktadır. Ayrıca araştırmacılar tarafından geliştirilen gözlem formu da veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Temel analiz sonuçları öğretmenlerin mühendislik ve STEM-PAB'ları, pedagojik alan bilgileri, öz yeterlikleri arasında bir farklılık olmadığını göstermiştir.

2.8. ÖĞRETMEN EĞİTİMİYLE İLGİLİ YAPILAN STEM EĞİTİMİ ÇALIŞALARI

Bu bölümde öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan STEM eğitim çalışmalarına değinilecektir.

2.8.1. Öğretmen Adaylarıyla İlgili STEM Eğitimi Çalışmaları

STEM eğitiminin okullarda etkili bir şekilde uygulanması için öğretmenlerin bu konuyla ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip olması, hizmet öncesi öğretmen eğitim döneminde bu eğitime uygun pedagojilerle yetiştirilmiş olması önem arz etmektedir (Akgündüz ve diğ.,

2015; Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Bybee, 2013; NSF, 2015; Uysal ve Cebesoy, 2020). Öğretmen adaylarına lisans eğitimleri boyunca alan dersleri verilerek bu alanlarla ilgili derinlemesine bilgi ve deneyim sahibi olmaları hedeflenmektedir (Drake, 2012). Alan derslerinin yanı sıra pedagojik alan bilgisi dersleri ile fen bilimleri, matematik gibi alan derslerini etkili bir şekilde nasıl öğretebileceklerini de öğrenmektedirler. Ders planı hazırlama deneyimleri ile öğretmen adayları öğrendikleri alan ve pedagojik alan derslerini yansıtma fırsatı bulmaktadırlar (Kotar ve diğ., 2002). Özellikle yeni yaklaşımların öğrenilmesinde öğretmen adaylarının bir uzmandan öğretim yöntemi, alan entegrasyonu ve değerlendirme boyutuyla ilgili dönütler alması önemlidir. Bu sebeple hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarına STEM eğitimini deneyimleyebilecekleri öğrenme ortamları sunulmalıdır (Radloff ve Guzey, 2017). Öğretmen adaylarının STEM entegrasyonunu yapabilmesi için STEM disiplinleriyle ilgili derinlemesine bir bilgiye ve deneyim sahibi olmaları gerekmektedir (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Bozkurt ve Özyurt, 2019).

Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri süresince aldıkları STEM eğitimini gerçek sınıflarındaki uygulamalarını etkilemektedir. Öğretmen adaylarına STEM yaklaşımıyla ilgili öğretmenlik öncesi eğitim olanakları oldukça sınırlıdır (Radloff ve Guzey, 2016). Bu nedenle, öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM yeterlilikleri arttırılarak, gelişimlerine olanak veren yöntemler kullanarak öğretmen ve öğretmen adaylarının var olan bu olumsuz tutumlarını değiştirilebilir (Radloff ve Guzey, 2016).

STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar incelendiğinde uluslararası alanyazında STEM eğitim çalışmalarının öğretmenlere odaklandığı görülürken, ülkemizde özellikle son beş yılda öğretmen adayları ile yapılan çalışmalar artış göstermiştir. Öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik tutumlarına, algılarına, problem çözme becerilerine, eleştirel düşünme becerilerine ve bu becerilerin değişimlerine, mühendislik öğretimiyle ilgili özyeterliklerinin değişimi araştırılmıştır (Aydeniz ve Bilican, 2018b; Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016). Bu araştırmalarda anketler, açık uçlu sorular, mülakatlar ve belirlenen değişkene yönelik farklı ölçekler kullanılmıştır.

STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasını öğretmenlerin tutum ve farkındalıkları etkilemektedir (Aydeniz ve Bilican, 2018b; Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Dogan ve Benzer, 2019; Ercan ve diğ., 2016; Erdoğan ve Çiftçi, 2017; Hacıömeroğlu, 2017; Radloff ve Guzey, 2016). Alanyazında öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik negatif algılarının olduğu, STEM disiplinlerinin entegrasyonu boyutunda

özgüvenlerinin düşük olduğu ve STEM eğitimiyle ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirtilmiştir. Bu nedenle öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitiminin doğasını ve bileşenlerini anlayıp, deneyim kazanmaları önem arz etmektedir (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Burr-Alexander ve diğ., 2004; Uysal ve Cebesoy, 2020).

STEM eğitimi modülleri; öğretmen adaylarının STEM eğitimini bütünleşik olarak algılamalarına, olumsuz algılarının değiştirilmesinde, profesyonel meslek yaşamlarında kullanma eğilimlerinin artmasına, STEM eğitimine yönelik farkındalıklarının artmasına yardımcı olmaktadır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Dogan ve Benzer, 2019; Radloff ve Guzey, 2017). Öğretmen adayları STEM eğitiminin avantaj ve dezavantajları olduğuna inanmaktadır (Bektaş ve Aslan, 2019; Bozkurt ve Özyurt, 2019). STEM eğitiminin avantajlarını: somut kavramların öğretimini kolaylaştırır, eleştirel düşünme becerisini arttırır, kalıcı öğrenmeyi destekler, yaratıcılığın artmasını sağlar. Dezavantajları ise: STEM eğitimi maliyetlidir, fazla zaman alır ve öğretmenlerin bilgi eksikliği olduğu alanlarda öğretim yapması zorlaşır ve daha fazla yorulurlar. Öğretmen adayları her ne kadar fen bilimlerini diğer STEM alanlarıyla ilişkilendirebilse, STEM'i tanımlayabilse de STEM uygulamalarının fen bilimleri dersine nasıl entegre edileceğiyle ilgili bilgi ve deneyim eksiklikleri bulunmaktadır.

Öğretmen adayları STEM eğitimleri esnasında işbirliğine dayanan, öğrencilerin aktif olduğu (işbirlik öğrenme, problem çözme, proje yapma gibi) yöntem ve tekniklerin kullanımının gerektiğine inanmaktadır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017). Ayrıca örnek proje gözlemleri, seminerler öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili bilgi ve farkındalıklarını da arttırmaktadır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Dogan ve Benzer, 2019; Karışan ve diğ., 2019) STEM eğitimleri öğretmen adaylarının hayal güçlerini, el becerilerini, gözlem yapma, tasarım, mühendislik ve üst düzey düşünme becerilerini, kalıcı öğrenmeyi arttırdığını, üretken olmalarına yardımcı olduğunu, STEM derslerine olan ilgilerini arttırdığını, öğrenme sürecini eğlenceli ve keyifli hale getirdiğini, proje tasarlama yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olmaktadır (Erdoğan ve Çiftçi, 2017). Ayrıca adaylar STEM uygulamalarının fizik ve kimya konularına daha uygun olduğunu, ancak biyoloji konularına çok uygun olmadığını düşünmektedirler. Adaylardan bazıları ise tüm konuların STEM yaklaşımı ile öğretilebileceğini düşünmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına katılmaları, deneyim kazanmaları önem arz etmektedir. Öğretmen adayları, teknolojiyi fen ve mühendislik arasında köprü vazifesi gören bir alan olarak algılamakta ve bu alanlar arasındaki ilişkiyi doğru olarak kuramamaktadırlar (Radloff ve Guzey, 2016).

Öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili algılarını inceleyen farklı çalışmalar mevcuttur (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016; Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Bektas ve Aslan, 2019; Erdoğan ve Çiftçi, 2017; Hacıömeroğlu, 2017; Karışan ve diğ., 2019; Kim ve Bolger, 2017; Menon ve Devadas, 2019; Radloff ve Guzey, 2016; Radloff ve Guzey, 2017). Bu çalışmalar aşağıda detaylıca açıklanmıştır.

Aslan-Tutak ve diğ. (2017) FeTeMM yaklaşımını temel alan, kimya ve matematik öğretmen adayları için İşbirlik FeTeMM Eğitim Modülü (İFEM) geliştirmişlerdir ve öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi algılarına olan etkisini incelemişlerdir. Çalışma bir devlet üniversitesinde kimya ve matematik özel öğretim derslerine kayıtlı öğrenciler (N=48) ile gerçekleştirilmiştir. İFEM modülü uygulanmadan önce ve uygulanmasından sonra katılımcılara açık uçlu sorulardan oluşan bir anket verilmiştir. Araştırmada nicel araştırma desenlerinden Yarı-Deneysel Araştırma yöntemlerinden Tek Grup Ön test-Son test deseni kullanılmıştır. Örneklem; amaçlı örneklem yöntemi ile bir arada çalışmaya yatkın olan öğretmen adaylarını bir arada eğitim almalarını sağlamak için kullanılmıştır. İFEM uygulamaları kimya ve matematik özel öğretim yöntemleri derslerinde haftada 2 saat olacak şekilde uygulanmıştır. Katılımcıların açık uçlu sorulara verdikleri cevapların öncelikle içerik analizi yöntemi ile betimsel analizleri yapılmıştır. Katılımcıların verdikleri cevaplar içerik analizi ile indirgenmiş nicel analizde kullanılacak kodlar oluşturulmuştur. Modül uygulanmadan önce öğretmen adayları FeTeMM'i ilgi çekme amaçlı bir eğitim olarak görüyorken, modül uygulamalarından sonra alanların bütünleşik olarak öğretildiği bir eğitim olarak gördükleri tespit edilmiştir. Katılımcıların algılarının bütünleşik öğretim olarak değiştiği görülmektedir. Öğretmen adayların İFEM'e katılmadan önce FeTeMM eğitiminde kullanılan yöntemlerin işbirliği gerektirdiğini vurgularken, İFEM sonrasında ise FeTeMM eğitim yöntemlerine (proje yapma, etkinlik yapma gibi) vurgu yapmışlardır. Bu durum İFEM'de katılımcıların etkinlik yapmaları, modülün bu etkinliklerin yapılması ve tartışılması şeklinde yürütülmesinden kaynaklandığıyla açıklanabilir. Öğretmenlerin FeTeMM eğitimi etkinliklerini arttırmak için nelerin yapılmasının gerektiği sorusuna ise öğretmen adayları İFEM öncesinde birlikte çalışma, farklı kaynaklardan bilgi edinme şeklinde cevap verirken, İFEM sonrasında ise örnek proje gözlemleri, seminerlere katılma gibi teorik ve proje uygulamalarının yer aldığı eğitimlere vurgu yapmışlardır. Ayrıca ön-testte katılımcılar FeTeMM eğitiminin yapılabilmesi için zamana vurgu yapmazken, İFEM sonrasında öğretmenlere bu yaklaşımın uygulanması için gerekli zamanın yaratılmasına vurgu yapmışlardır. Fiziksel koşulların iyileştirilmesi (materyal ihtiyacı, maddi olanaklar) boyutu da son testte vurgulanmıştır. Son olarak katılımcılar FeTeMM eğitiminin iyileştirilmesi için her

iki testte de teorik ve proje uygulamalarının yer aldığı çalışmalarının gözlenmesi ve katılımına vurgu yapmışlardır. Öğretmen adayları FeTeMM eğitimini kendi gelişimleri için kullanacaklarını da belirtmişlerdir. Öğretmen adayları hizmet-içi eğitimler ile de profesyonel meslek yaşamlarında kendilerini bu alanda geliştireceklerini belirtmişlerdir. Buradan hareketle FeTeMM eğitiminin hizmet-içi eğitimden önce öğretmen eğitim programlarına entegre edilmesi önerilmektedir.

Radloff ve Guzey (2016) STEM öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını nasıl görselleştirdiklerini tespit etmek amacıyla 12 sorudan oluşan (4 kapalı uçlu soru, 5 açık uçlu soru, 1 likert tipi) bir anketi 159 öğretmen adayına uygulamışlardır. Bybee (2013)'nin STEM eğitimiyle ilgili gruplandırması temel alınarak yapılan analizlerde öğretmen adaylarının 6 farklı STEM görselleştirmesi yaptığı bulunmuştur. Bu görselleştirmeler şunlardır: İç içe (nested), disiplinler üstü (transdisciplinary), birbiriyle bağlantılı (interconnected), sıralı (sequential), örtüşen (overlapping), ve istiflenmiş (siloed). STEM alanlarının birbiriyle bağlantılı olduğunu gösteren görseller diğer görselleştirmelerden %34 daha fazladır. Bu görselleştirmeyi sırasıyla iç içe, disiplinler üstü, istiflenmiş gösterimler takip etmektedir. Disiplinler üstü görsellerde STEM disiplinlerinin birbiriyle tamamen ilişkili olduğu görselleştirilmiştir. Bu bulgu likert tipi sorudan elde edilen veri ve kelime gruplarının analizinden elde edilen veri ile de desteklenmektedir. İç içe STEM alanlarının görselleştirildiği görsellerde ise STEM alanlarının ilişkilendirilmesinin kişinin tercihine kaldığı veya alanlar arasında derecelendirme yaparak ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Disiplinler üstü STEM alanlarının ilişkilendirmesini yapan öğrencilerde beklenilenin üstündedir. İstiflenmiş gösterimlerde sıkça rastlanmıştır. Bunun dışında bu gösterimlere ek olarak yeni görselleştirmelerde öğrenciler tarafından yapılmıştır. Öğretmen adaylarının görsellerine ve kelime gruplarının analizi sonucunda STEM yaklaşımıyla ilgili kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir. Örneğin yeni oluşturdukları görsellerde mühendislik ve matematiği aynı üçgen içinde göstermişlerdir. Ancak neden ikisinin aynı üçgende olduğunu veya neden teknolojinin fen ve mühendislik arasına yerleştiğini açıklayamamışlardır. Diğer bir yanılgıda öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını öğretmen odaklı bir yaklaşım olarak görmeleridir. Bazı öğretmen adayları STEM disiplinlerinin sosyal bilgiler, dil gibi alanlardan önemli olduğunu, STEM alanlarının olgu bazlı olduğunu bu sebeple yaratıcılığa olanak vermediğini dile getirmişlerdir. Adaylar; STEM alanlarının hem öğrenciler hem de öğretmenler için zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple sınıf ortamında STEM yaklaşımının kullanımına çokta sıcak bakamamaktadırlar. STEM yaklaşımının sınıfta kullanıma sıcak bakmayan öğretmen adayları olsa da bu yaklaşımı gelecekteki sınıflarında

uygulayacak öğretmen sayısı da hayli fazladır. Öğretmen adaylarına STEM yaklaşımıyla ilgili öğretmenlik öncesi eğitim olanakları oldukça sınırlıdır. Öğretmen ve öğretmen adayları çoğu zaman aşina oldukları öğretmen odaklı öğretim yöntemlerine odaklanmaktadır. Öğretmenlerin STEM yeterlilikleri arttırılarak, gelişimlerine olanak veren yöntemler kullanarak öğretmen ve öğretmen adaylarının var olan bu olumsuz tutumlarını değiştirilebilir.

Radloff ve Guzey (2017) sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının STEM senaryolarının olduğu videolarını izleyip, analiz ettikten sonra STEM yaklaşımıyla ilgili görüşlerinin nasıl değiştiğini tespit etmek için bir durum çalışması yapmışlardır. Çalışmada 15 dakikalık videoları farklı çevrimiçi sitelerden (Teaching Channel, Engineering is elementary gibi) seçmişler ve bu videoları Camtasia video düzenleme programı ile düzenleyerek öğretmen adaylarıyla kullanılacak formata getirmişlerdir. Her 2,5 haftada bir videolar verilmiştir. Öğrencilerle video izlettirildikten önce ve sonra görüşmeler yapılmış, sonrasında video izlettirilmiştir. Ön görüşmeler 10 açık uçlu soru ile yapılırken, son görüşmeler ise 11 açık uçlu soru ile yapılmıştır. Öğrencilere kontrol videoları (ilk ve son videolar) ve bunların dışında üç ayrı video izlettirilmiştir. Adaylar videoları dört öğeyi (öğretmenin pedagojisini, değerlendirme yöntemlerini, öğrencileri, gösterilen videonun STEM yaklaşımına uygunluğunu) düşünerek izlemişlerdir. Bu unsurlarla ilgili buldukları durumları, kanıtlarını not almışlardır. Videoları izledikten sonra kendilerine verilen 3 soru (Bu video STEM entegrasyonuna örnek teşkil ediyor mu? Ediyorsa nasıl anladın? STEM entegrasyonuyla ilgili hangi öğeler bu videoda verilmiştir? Neler eksik yapılmıştır? Bu örnek ders videosu etkili bir fen dersi videosundan hangi yönleri ile farklılık gösteriyor? Bu dersin etkin bir ders olduğunu düşünüyorsan öğretmen ve öğrenciler neler yapıyordu, açıkla? Eğer etkili bir fen dersi olmadığını düşünüyorsan bu derste neler eksik yapılmıştı?) ışığında yansıtıcı düşüncelerini belirtmişlerdir. Ayrıca diğer bir veri kaynağı da öğretmen adaylarının videolardan bağımsız hazırladıkları 5 adet ders planıdır. Verilerin analizi sonucunda video tabanlı yansıtmanın öğretmen adaylarının STEM yaklaşımı ve STEM alanlarının entegrasyonuyla ilgili görüşlerini değiştirdiği görülmüştür. Uygulamalar öncesinde de öğretmen adaylarının içeriğe odaklandığı, her videoyu izlerken katılımcıların tasarım, yeniden tasarlama, mühendislik tasarım süreci gibi terimleri kullanmaya başladığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının STEM alanlarının entegrasyonuna yönelik farkındalıklarının arttığı görülmüştür. Adaylar çalışma başında STEM disiplinleri arasındaki ilişkilerden bahsetmezken, son görüşmelerde STEM alanlarının birbiriyle nasıl ilişkili olduğuna dair açıklamalarda bulunmuşlardır. Ayrıca STEM eğitimiyle ilgili deneyim sahibi olan, STEM eğitiminin uygulandığı öğrenme ortamlarını gözlemlemiş olan öğretmen adaylarının STEM

alanlarının entegrasyonuyla ilgili daha detaylı açıklamalar ve gözlemler yaptığı görülmüştür. Öğretmen adayları etkili STEM eğitimiyle öğretimin pedagojiden öğrenciye, öğrenciler arasındaki etkileşime dayandığını fark etmişlerdir. Öğretmen adayları sınıflarında STEM eğitimini nasıl uygulayacaklarına, alan entegrasyonunu nasıl yapacaklarını içselleştirmişlerdir.

Karışan ve diğ. (2019) fen bilimleri öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının STEM farkındalığını ve STEM eğitimini uygulama eğilimlerini tespit etmişlerdir. Nicel desen ile tasarlanan çalışmaya 53 fen bilimleri öğretmen adayı katılmıştır. Adaylar 12 haftalık ders boyunca farklı STEM aktiviteleri yapmışlardır. Bu aktiviteler: sürdürülebilir içme suyu sistemi tasarlama, görme ve duyma engelliler için bir ceket tasarlama, vinç tasarlama, vantilatör tasarlama, rüzgar tribünü ile çalışan bir bot tasarlama, otomatik bitkileri sulama sistemi tasarlama. Maglev treni tasarlama, robotik kol tasarlama, duyma engelliler için kemer tasarlama. Buyruk ve Korkmaz (2016) tarafından tasarlanan 5li likert tipindeki STEM Farkındalık Ölçeği öğretmen adaylarına ön test olarak uygulamalar öncesinde son test olarak ise on ikinci haftanın sonunda ve 12-haftalık dersin bitiminden 4 ay sonra verilmiştir. Ölçek 17 maddeden oluşmaktadır ve Cronbach değeri 0.92'dir. STEM yaklaşımını Uygulama Eğilimleri Ölçeğinde ön test ve son test olarak diğer test ile aynı zamanda verilmiştir. Yedili likert tipindeki bu ölçek Lin ve Williams (2016) tarafından geliştirilmiştir ve Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından Türkçe' ye uyarlanmıştır. Ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.94'tür. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının STEM etkinlikleriyle ilgili bir ders aldıktan sonra STEM eğitimini uygulama eğilimleri ve STEM farkındalıkları artmaktadır. Ayrıca cinsiyetin öğretmen adaylarının STEM eğitimini kullanma eğilimlerine herhangi bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Her ne kadar cinsiyetin STEM kullanma eğilimine etkisi olmasa da STEM farkındalıklarına orta düzeyde etki etmiştir. Çalışmada gündelik hayattan problemler seçilerek öğretmen adaylarından tasarım yapmaları istenmiştir. Gerçek yaşama dayanan STEM problemleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını ve STEM eğitimiyle öğretim yapma isteklerini arttırmıştır.

Bektaş ve Aslan (2019) fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerini tespit etmek amacıyla nitel bir çalışma yapmışlardır. Dokuz fen bilimleri üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileriyle yapılandırılmış görüşmeler yapmışlardır. Görüşmeler esnasında 13 açık uçlu sorudan oluşan görüşme formunu kullanmışladır. Çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğu STEM disiplinlerinin birbiriyle ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Bazı adaylar ise teknoloji ve mühendisliğin iç içe olduğunu belirtmiştir. Ayrıca

STEM uygulamalarının teorik bilgileri uygulama fırsatı verdiğini, araştırma becerilerini geliştireceği, 21. yy. becerilerini geliştireceği de vurgulanmıştır. STEM uygulamaları öğrencilerin kavram öğrenmelerini kolaylaştırmakta, öğretmen ve öğrencilerin motivasyonunu arttırmaktadır. Ayrıca adaylar STEM uygulamalarının fizik ve kimya konularına daha uygun olduğunu, ancak biyoloji konularına çok uygun olmadığını düşünmektedirler. Adaylardan bazıları ise tüm konuların STEM yaklaşımı ile öğretilebileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin avantajlarını ise şu şekilde sıralamışladır: somut kavramların öğretimini kolaylaştırır, eleştirel düşünme becerisini arttırır, kalıcı öğrenmeyi destekler, yaratıcılığın artmasını sağlar. Dezavantajları ise: STEM eğitimi maliyetlidir, fazla zaman alır ve öğretmenlerin bilgi eksikliği olduğu alanlarda öğretim yapması zorlaşır ve daha fazla yorulurlar. Öğretmen adayları her ne kadar fen bilimlerini diğer STEM alanlarıyla ilişkilendirebilse, STEM'i tanımlayabilse de STEM uygulamalarının fen bilimleri dersine nasıl entegre edileceğiyle ilgili bilgi ve deneyim eksiklikleri bulunmaktadır. Bu sebeple öğretmen adaylarının STEM uygulamalarına katılmaları, deneyim kazanmaları önem arz etmektedir.

Hacıömeroğlu (2017) sınıf öğretmeni adayların STEM eğitimi yönelimlerini tespit etmek amacıyla bir tarama çalışması yapmıştır. 401 öğretmen adayının katıldığı çalışmada veri toplama aracı olarak Lin ve Williams (2016) tarafından geliştirilip Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından Türkçe'ye uyarlanan FeTeMM Yönelim Ölçeği kullanılmıştır. Bulgular sonucunda adayların STEM disiplinlerini anlama ve aralarındaki ilişkileri kurma boyutunda kısmen olumlu bakmaktadırlar. Ayrıca okul referans gruplarını- okul müdürü, meslektaşlarının, üniversite öğretim üyelerinin olumlu desteklerini adayların STEM yaklaşımını kullanmalarını olumlu yönde etkilemektedir. Adaylar STEM ile ilgili kavramları öğrenmeye, uygulamaya, tartışmaya da olumlu bakmaktadırlar.

Kim ve Bolger (2017) sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının fen metotları dersinde STEAM eğitimine göre ne tür materyaller geliştirdiğini tespit etmek ve STEAM eğitimine yönelik tutum ve farkındalıklarını belirlemek amacıyla 119 öğretmen adayıyla bir çalışma yapmışlardır. Dersin ilk beş haftasında STEAM eğitimiyle ilgili teorik bilgiler (bütünleşik programların özellikleri, STEAM eğitiminin tarihi, STEAM eğitimiyle ilgili müfredatlar, bütünleşik yaklaşımlarla ilgili modeller) verilmiştir. Bunun yanında öğretmen adayların STEAM eğitimine uygun dört üniteyi kapsayan ders materyalleri ve laboratuvar materyalleri de (Soğuk su Japon balığının nefes alma sıklığını neden azaltmaktadır? Vücudumuzun iskelet ve kemik yapısını biliyor musun? Etrafımızdaki küçük canlıları biliyor

musun? Işık aynaya nasıl ulaşır ve yansır?) geliştirmişlerdir. Yedinci haftada ise geliştirdikleri ders planlarını arkadaşlarına sunmuşlar ve onlardan dönüt almışlardır. Geri kalan beş haftalık ders boyunca ise STEAM eğitimine uygun olarak geliştirilmiş ders planları öğretmen adaylarıyla paylaşılmıştır ve dersin hocasından da aldıkları dönütlerle ders planlarında iyileştirmeler yapmışlardır. Dersin son haftasında revize edilmiş ders planlarını tekrar akranlarıyla paylaşmışlardır. Öğretmen adaylarının STEAM yaklaşımına olan tutumlarını belirlemek amacıyla dersin başında ve dönem sonunda ön test ve son test olarak Öğrencilerin STEM Yaklaşımına Karşı Tutumları (Mahoney, 2010) ölçeği verilmiştir. STEAM eğitimine yönelik tutumları belirlemek amacıyla geliştirilen bu ölçek Kore diline çevrilmiş ve STEAM eğitimiyle ilgili maddeler eklenmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının STEAM eğitimine göre ders planı geliştirme süreçleriyle ilgili düşüncelerini tespit etmek amacıyla açık uçlu sorulardan (STEAM eğitimine göre bir ders planı hazırlarken en çok nerede zorlandınız? Ders planı hazırlarken STEAM eğitiminin ne tür avantajlarını ve zorluklarını gördünüz? STEAM eğitimine göre materyal ve ders planı hazırlarken size ne tür olumlu etkileri oldu? STEAM eğitimine dayanan ders planı geliştirdikten ve materyal yaptıktan sonra kendinize ne tür öneriler verirsiniz? Bu deneyiminiz sonrasında sizce öğretmenlerin STEAM eğitimini uygulayabilmeleri için ne tür becerilere sahip olmaları gerekmektedir? Bu deneyiminizden sonra size hangi bütünleşik STEAM modeli ders planı geliştirmek için daha uygundur?) oluşan bir form verilmiştir. Çalışma sonucunda ders planı hazırlamanın öğretmen adaylarının STEAM eğitimine karşı olumlu tutum geliştirmelerini sağladığı, meslek yaşamlarında STEAM'ı uygulama konusunda kendilerine olan güvenlerinin arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca adaylar öğrenmelerinin STEAM aktiviteleri ile zenginleştiğini, alanlar arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olduğunu da belirtmişlerdir. Bunun yanında öğretmen adayları hangi konuyu ne düzeyde entegre edecekleri ile ilgili emin olmadıklarını, STEAM eğitimine dayanan ders planları hazırlama konusunda yeterli deneyimleri olmadığından öğretmen adayları ders planı hazırlama konusunda zorlanmışladır. Öğretmen eğitimcilerinin fen metotları derslerinde öğretmen adaylarına alan entegrasyonu yaparken ilgili konuların seçimi ve kazanımların kullanımı, bunlara uygun ders planlarının hazırlanması konusunda adaylara dönüt vermeleri faydalı olmaktadır. STEAM eğitimiyle ile ilgili Kore'de farklı örnekler bulunduğundan ve farklı yaklaşımlar kullanılarak bu örnekler hazırlandığından standart bir örnek STEAM ders planı bulamamaktadır. Bu durum öğretmen adaylarının STEAM eğitimini kullanmalarının önünde bir engel olarak durmaktadır. Öğretmen adaylarına Fogarty (1991)'nin alan entegrasyon modelleri öğretilmiştir. Adayların bir kısmı bütünleşik alan entegrasyonu modelinin

öğrencilerin alanlar arasındaki ilişkilendirmeleri görmeleri, üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeleri açısından en uygun model olduğunu dile getirmişlerdir. Bunun yanında bir çok öğretmen adayı da ağ veya paylaşılan alan entegrasyon modellerinin kullanımı tercih etmektedir. Öğretmen adayları alanlar arasında sınırların belirgin olduğu bu modellerin kullanımını tercih etmektedir. Yani domates çorbası yerine tavuk çorbasını tercih etmektedirler (Lederman ve Niess, 1997).

Menon ve Devadas (2019) matematik ve fen bilimleri (biyoloji, kimya gibi) öğretmenliği 27 öğretmen adayı 16 haftalık bir derste nanoteknoloji ve alternatif enerji kaynaklarının ilişkilendirildiği mühendislik ve fen etkinlikleri yapmıştır. Bu çalışma ile amaçlanan öğretmen adaylarının fen ve mühendisliğin öğrenme ortamında kullanımına aşina olmalarını sağlamaktır. Bu sebeple öncelikle öğretmen adayları Yeni Nesil Fen Standartları'nı (New Generation Science Standarts [NGSS]) incelemişlerdir. Araştırmacılar öğretmen adaylarının standartları özümsemelerini sağlamak için aldıkları bu dersin standartlarla ilişkisini kurmalarını istemişlerdir. Gerekli ilişkilendirmeler yapıldıktan sonra öğretmen adaylarının enerji ile ön bilgileri sorular ile sorgulanmıştır. Öğretmen adaylarına bir durum senaryosu hazırlanmış ve bu soruna yönelik cevap bulmaları istenmiştir. Bu amaçla önce farklı boyutlardaki tahta küplerin yüzey ve hacimleri arasındaki oranları bulmuşlardır. Sonrasında nanopartiküllerin doğasını anlamaları için farklı oranlarda altın nanopartiküllerin bulunduğu karışımlar ve lazer verilmiştir. Adaylar lazer öncesinde ve sonrasındaki gözlemlerini kaydetmişlerdir. Öğrenciler gözlemlerini tartıştıktan sonra iki adet güneş pili verilerek güneş ışığını absorbe etme oranlarını, nano parçacıkların olduğu ve olmadığı elektrotlardaki akım değişikliğini ölçmüşlerdir. Öğretmen adayları bu uygulamalar boyunca modellerin kullanımı, matematiksel düşünme gibi bilimsel uygulamalarda yer alan farklı öğelerle ilgili tartışmışlardır. Öğretmen adayları ön test ve son test olarak açık uçlu sorulardan oluşan bir form doldurmuşlardır. Bu form ile öğretmen adaylarının yeni kazanımlarla ilgili görüşleri ve bu kazanımlara dayalı bir dersi hazırlama da kendilerine duydukları güven durumları tespit edilmeye çalışılmıştır. Dersin sonunda öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun yeni fen standartlarını öğrendikleri ve bu standarta dayanan ders planı hazırlama da kendilerine güvendikleri tespit edilmiştir.

Akaygun ve Aslan-Tutak (2016) kimya ve matematik öğretmen adayları (N=38) ile bir fenomonolojik bir çalışma ile öğretmen adaylarının STEM ile ilgili görüşlerini belirlemişlerdir. Çalışma da araştırmacılar tarafından geliştirilen İşbirlikli STEM Öğretim Modülü

[Colloboratively Learning to Teach STEM- CLT STEM] dört hafta boyunca işlenmiştir. Öğretmen adayları her grupta en az bir kimya ve matematik öğretmen adayı olacak şekilde üçerli veya dörderli olacak şekilde gruplandırılmıştır. Dört hafta boyunca adaylar STEM eğitimiyle ile ilgili araştırmacılar tarafından seçilen okumaları yapmışlardır. Ayrıca sınıf içi tartışma ortamları oluşturularak fikir alışverişinde bulunmuşlardır. Bunun dışında adaylar üç STEM aktivitesi yapmışlardır ve dersi bir proje sunarak sonlandırmışlardır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının grup arkadaşlarıyla oluşturdukları ilk ve son posterler analiz edilerek adayların STEM yaklaşımıyla ilgili kavrama düzeyleri tespit edilmiştir. İlk ve son posterlerin analizi iki boyutta yapılmıştır: (1) STEM alanlarının bir bütün olarak analiz edilmesi (2) STEM alanlarının her birinin posterlerde gösterim şeklinin analiz edilmesi. Posterler ilişkisiz (disconnected) (1. düzey), ilişkili (connected) (2. düzey), bütünleşik (integrated) (4.düzey) ve kabul edilir (complimentary) (3. düzey) olacak şekilde 4 ayrı grupta kodlanmıştır. STEM alanlarının ilişkilendirilmesi en fazla bütünleşik (4. düzeyde) boyutunda olmaktadır. Öğretmen adaylarının ilk ve son posterleri analiz edildiğinde STEM alanlarının ilişkilendirilmesiyle ilgili fikirlerinin yedi grup için arttığı görülürken, üç grubun fikirleri değişmemiştir ve üç grubun ilişkilendirme ile ilgili fikirlerinde olumsuz bir değişim görülmüştür. Öğretmen adaylarından posterleri aynı grupta kalan veya bir grup aşağıya düşen gruplara bakıldığında adayların STEM eğitiminin amacıyla ilgili fikirlerinde değişiklik olduğu görülmüştür. Adayların STEM eğitiminin amacını posterlerinde yansıtmaya çalıştıkları düşünülmektedir. Ayrıca grupların bazılarında ilk posterlerde STEM'in tanımına vurgu yaptıkları görülürken son posterlerinde STEM eğitiminin öğretimine odaklandıkları görülmektedir. STEM alanlarının her birinin posterlerde gösterimi analiz edildiğinde ise öğretmen adaylarının ilk ve son posterleri karşılaştırıldığında posterlerinde araştırmacıların kodlarının azaldığı belirlenmiştir. Fenle ilgili posterlerde gösterilen kavramlara bakıldığında iki grubun posterinde sadece 1 kod, diğer grupların ise kod sayılarının 5'e çıkmıştır. Matematikle ilgili oluşturulan kodlara bakıldığında ise kod sayısının sadece 1 grupta 1 tane olduğu, diğer gruplarda ise 6'ya çıkmıştır. Mühendislik için oluşturulan kod sayısı 1'den 4 ve 6 arası farklı gösterime, belirlenen koda çıkmıştır. Buradan hareketle öğretmen adaylarının bu dersi almadan önce STEM eğitimine ilişkin bilgilerinin daha yüzeysel olduğu, ders sonrasında ise STEM eğitimiyle ilgili posterlerinde daha detaylı bilgi verdikleri sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca adaylar STEM alanlarını ayrı ayrı düşünmek yerine STEM eğitimine bir bütün olarak bakmaya da başlamışlardır. Araştırmacılar bu bulgular ışığında hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerde STEM yaklaşımını temel alan ders ve eğitimlerin tasarlanmasını önermişlerdir.

Erdoğan ve Çiftçi (2017) fen bilgisi öğretmen adayları ile STEM uygulamaları yapmışlardır. Yedi fen bilgisi öğretmen adayı ile yapılan çalışma da sekiz hafta boyunca fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile görüşleri yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili olumlu görüşlerinin olduğu, STEM eğitimini sınıflarında uygulamaya istekli oldukları ve STEM eğitimiyle ilgili ileri düzeyde bilgi edinmek istedikleri bulunmuştur. Öğretmen adayları STEM eğitiminin hayal güçlerini, el becerilerini, gözlem yapma, tasarım, mühendislik ve üst düzey düşünme becerilerini gelişmesine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca STEM eğitiminin yaparak ve yaşayarak öğrenmeye olanak verdiğinden kalıcı öğrenmeyi arttırdığını, üretken olmalarına yardımcı olduğunu, STEM derslerine olan ilgilerini arttırdığını, öğrenme sürecini eğlenceli ve keyifli hale getirdiğini, proje tasarlama yeteneklerinin gelişmesine yardımcı olduğunu da ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları STEM yaklaşımının gerekçelerini ise şu şekilde sıralamışlardır: (1) bireyin gerçek hayatı deneyimlemesine imkân verir (2) bireylerin psikomotor, zihinsel, tasarım becerilerini ve 21. yy. becerilerini geliştirir (3) Disiplinlerarası ilişkilendirmeyi sağlar.

Bozkurt ve Özyurt (2019) ise 29 bayan, 15 erkek özel öğretim yöntemleri dersine kayıtlı kimya, matematik, fizik mühendisliği, tekstil mühendisliğinden öğretmen adayına 12 haftalık STEM eğitimi vermişlerdir. İlk altı haftada STEM yaklaşımıyla ilgili genel bilgiler (STEM yaklaşımıyla ilgili genel bilgiler, akademik çalışmalarda STEM yaklaşımı, STEM öğretmen kitabında STEM yaklaşımı, İnternette STEM aktiviteleri, Bir STEM Aktivitesinin Uygulanışı: Robotik El Yapımı) verilmiştir. Sonraki 6 haftada ise üçer kişiden ve farklı branşlardan gelen öğretmen adaylarından oluşturulan 10 grubun STEM aktiviteleri geliştirmeleri ve sınıfta uygulamaları istenmiştir. Aktiviteler maksimum 70 dakika olacak şekilde basit ve ulaşılabilir materyaller kullanılarak diğer öğretmen adaylarına sınıfta uygulanmıştır. Her aktivite sonrasında STEM Aktivitelerini Planlama ve Uygulama formu ile yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde yapılan kayıtlar deşifre edilip, içerik analizi analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda öğretmen adaylarının STEM aktivitelerini geliştirirken ucuz ve uygulanabilirliği kolay olan etkinlikleri tercih ettikleri görülmüştür. Adaylar etkinliklerde kullandıkları malzemelerim süpermarket, kırtasiye gibi yerlerden kolay ulaşılabilir olmasına da dikkat etmişlerdir. Öğretmen adayları STEM aktivitelerini uygularken bazı materyallerin kullanımı ile ilgili öğrenenlerin sorun yaşadığını, yönergelerin açık ve anlaşılır olmadığı öğrenme ortamlarının olduğunu, tasarımın estetiğini sağlamayla ilgili öğrenenlerin zorlandığını belirtmişlerdir. STEM aktiviteleri öğrenenlerin dikkatini çekmiş ve kalıcı öğrenmeyi

sağlamıştır. Öğrenenler öğrenme sürecinde yaratıcılıklarını, problem çözme becerilerini kullanmışlardır. Öğretmen adaylarını STEM aktivitelerinin vakit aldığını, materyallerin teminiyle ilgili zaman zaman sıkıntı yaşadıklarını, öğretmen ve öğrencilerin işbirliği içine çalışma becerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM eğitimi eğilimlerinin dışında becerilerine, mühendislik algılarına, mühendislik öğretimi özyeterliklerine, alan bilgilerine, STEM disiplinlerini entegre etme becerilerine odaklanan çalışmalar da mevcuttur. STEM eğitimi; öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesine, karar verme becerilerinin gelişmesine, teknolojiye yönelik tutumlarının değişmesine, teknolojik becerilerinin gelişmesine, tespit edilen bir konuyla ilgili alan bilgilerinin artmasına, çevre ile ilgili tutumlarının olumlu yönde değişmesine, problem çözme becerilerinin artmasına, kavram öğrenmelerine, farklı disiplinleri ilişkilendirme becerilerinin artmasına, yardımcı olmakta, adayların motivasyonlarını arttırmaktadır (Bektaş ve Aslan, 2019; Bozkurt, 2019; Ercan ve diğ., 2016; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Özçakır ve diğ., 2016; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar, 2017; Uysal ve Cebesoy, 2020; Yıldırım ve Altun, 2015). Ayrıca STEM eğitimi öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreciyle ilgili pozitif bilgi ve beceriler kazanmalarına olanak sağlamakta, öğretmen adaylarının merak duygusunu arttırıp, kendilerinin mühendislik öğretimiyle ilgili güven duygularının ve özyeterlik duygularının artmasını sağlamaktadır (Coppola, 2019; Kaya ve diğ., 2019; Marulcu ve Sungur, 2012). Öğretmen adayları STEM eğitimi alırken STEM disiplinlerinin entegrasyonu ile ilgili yeterli bilgi ve deneyim kazanabilmektedir (Aydeniz ve Bilican, 2018b). Ancak bazı öğretmen adayları fen ile ilgili içerik veya kavrama odaklandığından, diğer disiplinle ilgili kavram ve içeriğe dikkat etmemektedirler. Bu sebeple öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin dördüyle ilgili alan bilgisine sahip olmaları gerekmektedir. Aşağıda bu çalışmalar detaylıca özetlenmiştir.

Uysal ve Cebesoy (2020) ise yenilenebilir enerji kaynaklarını konu alan tasarım temelli FeTeMM etkinliklerden oluşan bir eğitim programı geliştirerek öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişimine, adayların yenilebilir enerji kaynaklarına karşı olan tutumlarına ve konuyla ilgili bilgi düzeylerini araştırmışlardır. Devlet üniversitesinde gerçekleştirilen çalışma tek gruplu ön test son test zayıf deneysel desen kullanılarak tasarlanmıştır. Çalışmaya üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmeni adayları (N025) katılmıştır. Uygulamalar 10 hafta sürmüştür. Uygulamaların öncesinde ve sonrasında ise bilimsel süreç becerileri testi, Yenilebilir Enerji Kaynaklarına (YEK) Yönelik Tutum Ölçeği ve YEK Görüş Formu verilmiştir. Çalışma

sonucunda YEK'e yönelik geliştirilen tasarım temelli fen etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir. Bilimsel süreç becerilerinin alt boyutlarının gelişimine bakıldığında ise sadece sınıflama becerilerinin test puanlarında anlamlı bir değişim olduğu, diğer alt boyutlarda ise anlamlı bir artış görülmemiştir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının YEK'e yönelik tutumlarına bakıldığında ise tutum puanlarında çok az bir artış görülmesine rağmen anlamlı bir artış tespit edilmemiştir. Öğretmen adaylarının YEK konusundaki bilgilerine olan etkisine bakıldığında ise YEK ve türleri, çevreye olumlu ve olumsuz etkileri, YEK'in Türkiye' deki potansiyeli konusunda ise bilgilerinin arttığı tespit edilmiştir.

Coppola (2019) ise sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarına fen öğretimi metot dersinde küçük mühendislik modülleri geliştirmiştir. Öğretmen adayları (113 kadın ve 11 erkek) önce mühendislik modüllerini öğrenci olarak tamamlamış, sonrasında ise ders planları geliştirmişlerdir ve haftada iki gün belirlenen okullarda mühendislik uygulamaları yapmışlardır. Çalışma ile mini mühendislik modüllerini kapsayan metot dersinin öğretmen adaylarının mühendislik öğretme ile ilgili özyeterliliklerine nasıl bir etkisinin olduğu tespit edilmeye çalışılmıştır. (Çalışmanın sorusu; how does participation in the methods course and teaching of a mini-engineering unit impact preservice teachers' self-efficacy for engineering teaching?) Çalışmada 23 sorudan oluşan likert tipindeki revize edilmiş TESS-R (Mühendislik Öğretimi Özyeterlik ölçeği) ölçeği ön test ve son test olarak dönem başında ve dönem sonunda verilmiştir. TESS (Mühendislik Öğretimi Özyeterlik ölçeği-Teaching Engineering Self-Efficacy Scale (Yoon ve diğ., 2014) beş boyutu ölçecek şekilde (Mühendislik Pedagojik Alan Bilgisi, mühendislik ilişkilendirme öz-yeterliği, mühendislik disiplini özyeterliği, mühendislik çıktısı beklentileri, mühendislik öğretme özyeterliği) geliştirilmiştir. İlk 9 soruda Mühendislik Pedagojik Alan Bilgisi; sonraki 4 soruda mühendislik ilişkilendirme öz-yeterliği; 5 soruda mühendislik disiplini özyeterliği, son beş soruda ise mühendislik çıktısı beklentileri ile ilgili sorular sorulmuştur. Mini mühendislik ünitelerinde öğretmen adayları önce problemi tanımlama, bilinenlerin ortaya konulması, beyin fırtınası, planlama sürecini takip etmiş, ikinci günde ise oluşturma, test etme, geliştirme basamaklarını takip etmişlerdir. İlk mühendislik aktivitesi olarak bebek için can yeleği tasarlamışlardır. Bu etkinlik birinci ve üçüncü hafta arasında yapılmıştır. Etkinlikten hemen sonra öğretmen adayları kendi mühendislik ders planlarını hazırlayıp, ders planlarını dersin hocasına yani araştırmacıya göndermişlerdir. Adaylar kendilerine verilen dönütleri kullanarak ders planlarına son şeklini vermişlerdir. Öğretmenlik deneyimi için gittikleri okullardaki sorumlu öğretmenlerde ders planlarına

dönütler vermişlerdir. Sonrasında öğretmen adayları öğretme deneyimlerini gösteren yansıtıcı değerlendirmeler yazmışlardır. Öğretmen adaylarından TESS-R aracılığıyla toplanan ön test ve son test verileri bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir ve anlamlı bir fark tespit edilmiştir. TESS özyeterlik ölçeği özyeterliğin uygun yöntem ve tekniklerin kullanılması, öğrencilerin derse katılımını arttırma ve sınıf yönetimi alanlarında kendilerini yeterli hissedeceğini vurgulamaktadır. Öğretmen adaylarının bu üç alanda da istatistiki olarak anlamlı artışlar gözlenmiştir. Örneğin dersler esnasında zaman zaman sınıf yönetimi ile ilgili stratejiler tartışılmıştır. Örneğin, öğrenci rolleri ve öğrencileri gruplama, materyallerin dağıtımı, araç-gereçlerin kullanımı esnasındaki güvenlik kuralları gibi. Öğretmen adaylarına önce öğrenci rolünde sonrasında ise öğretmen olarak mühendislik tasarım süreciyle ilgili pozitif bilgi ve beceriler kazandırmak öğretmen adaylarının merak duygusunu arttırıp, kendilerine mühendislik öğretimiyle ilgili güven duygularının artmasını sağlamaktadır. Öğretmen adaylarının birinci elden mühendislik tasarım sürecini deneyimleri geleceğin öğretmeni olarak yetiştirecekleri öğrencilerinde mühendislik alanlarında deneyim ve bilgilerinin artmasını sağlayacaktır. Yeni öğretmenler mühendisliği öğretirken bazen prototipin oluşturulması ve geliştirilmesine odaklanmakta, mühendislik tasarım sürecine yeterince odaklanmamaktadırlar. Bu sebeple yeni öğretmenlerin prototipi mükemmelleştirmekten ziyade mühendislik tasarım sürecine odaklanmaları, öğrencilere tasarım sürecinde başarısız oldukları noktalarla ilgili çalışmalarına vakit ayırmaları önem arz etmektedir.

Yıldırım ve Altun (2015) fen bilimleri öğretmen adaylarıyla (83 üçüncü sınıf öğretmen adayı) yaptıkları çalışmada kontrol grubunda normal sürecinde dersleri işlerken, deney grubunda ise fen ve mühendislik uygulamaları yapmışlardır. Öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen bir başarı testi verilmiştir. Elde edilen veriler t-testi ile analiz edilmiş ve deney grubu lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney grubundaki öğretmen adaylarının öğrenme düzeylerinde artış meydana gelmiştir. Ayrıca Yıldırım ve Altun STEM'i matematik, fizik, biyoloji, mühendislik, davranış bilimleri ve sosyal bilimleri de içine alan geniş bir tanımının olduğunu vurgulamışlardır.

Uysal ve Cebesoy (2020) 24 fen bilgisi öğretmen adayıyla tasarım temelli FeTeMM etkinlikleri geliştirmişler ve bu etkinliklerin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve entegre FeTeMM öğretimi yönelimine etkisini incelemişlerdir. Karma araştırma yöntemlerinden açıklayıcı sıralı desenin kullanıldığı çalışmada ölçme aracı olarak Yetişkinler için Problem Çözme Ölçeği ve Entegre FeTeMM Öğretimi Yönelim Ölçeği, deney föyleri

kullanılmıştır. Araştırmada elde edile veriler SPSS program ile problem çözme ve FeTeMM öğretimi yönelimlerine ait puanlar bağımlı gruplar t-testi ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda tasarım temelli fen etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini ve FeTeMM öğretimi yönelimlerini olumlu yönde etkilediği, adayların problem çözme becerilerini geliştirdiğini, adayları daha istekli hale getirdiğini, FeTeMM öğretimine olan yönelimlerini olumlu yönde arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca akranlarının desteğinin FeTeMM öğretimine yönelimlerini olumlu yönde arttırdığı da tespit edilmiştir. Öğretmen adayları tasarım temelli FeTeMM etkinliklerini yaparken uygulama sürecindeki sınırlılıkları, kullanımlarının avantajlı yönlerini de görmüşlerdir.

Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) on üç kimya öğretmeniyle dört farklı STEM etkinlikleri yapmışlardır. Wheeler ve diğ. (2014) tarafından önerilen mühendislik modelini kullanarak mühendislik tasarım sürecini öğrencilerin aktif olarak deneyimlemesi sağlanmıştır. Altı hafta boyunca öğretmen adaylarıyla farklı içerikler takip edilmiştir. Bu içerikler; FeTeMM Eğitimi Yaklaşımının tanıtımı (1. hafta), Soğuk Kompres Torbası Tasarımı (2. ve 3. Hafta), İndikatör Yapımı (4. hafta), Akvaryumdaki CO_2 Ölçümü (5. hafta), Elmanın Kararmasının Önlenmesi (6. hafta). Nitel araştırma yöntemlerin durum çalışmasının seçildiği bu çalışmaya 13 kimya öğretmenliği üçüncü sınıf öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla adaylar her etkinlik sonrasında 5 soruya cevap verecek şekilde yansıtma raporları (reflection papers) yazmışlardır. Raporlar bir sonraki ders başında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının yansıtma raporlarını yazarken cevapladıkları sorular: (1) FeTeMM eğitimi etkinliği uygulamak size ne kazandırdı? (2) FeTeMM eğitimi uygulamalarının diğer yöntem ve stratejilerden farkı nedir? Siz bu uygulamaya katılmış biri olarak ne tür farklı deneyimler kazandınız? (3) FeTeMM eğitimi uygulamasında sizce en zor olan kısım hangisiydi? Neden? (4) FeTeMM eğitimi uygulamasında en öğretici kısım hangisiydi? Neden? (5) FeTeMM eğitimi etkinliğine katılmak hangi kimya konularını öğrenmenize etki etti? Nasıl? Hangi konu/konuları? Yansıtma raporları içerik analizi, betimsel analiz ve sürekli karşılaştırmalı analiz teknikleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular FeTeMM eğitimi etkinliklerinin öğretmen adaylarının disiplinlerarası bakış açısı kazanmalarına yardımcı olduğu, kimya konularını gündelik hayatla ilişkilendirmelerine yardımcı olduğu, karşılaştıkları problemlere eleştirel gözle bakmalarına olumlu yönde etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca FeTeMM etkinlikleri sırasında öğretmen adayları kimya ile ilgili yeni bilgiler öğrenmiş, var olan bilgilerini pekiştirmişler ve kalıcı öğrenmeler sağlanmıştır. Bu sonuçlardan hareketle FeTeMM etkinliklerinin öğretmen

adaylarının kimya alan bilgilerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir. Öğretmen adayları etkinlikler sırasında araştırmalar yaparak ürün oluşturmuşlardır. Etkinliklerin bu boyutu adaylar tarafından etkinliklerin en verimli yönü olarak belirtilmiştir. Ayrıca tasarımlarını akranlarına sunmuşlardır ve tasarımlarının eksik yönlerini de görmüşlerdir. Bu boyutu da FeTeMM etkinliklerinin olumlu yönü olarak adaylar tarafından söylenmiştir. Adaylar ürünü tasarlama sürecinde hangi malzemeleri kullanacağı ve ürünü nasıl tasarlayacakları konusunda zorluklar yaşamışlardır.

Aydeniz ve Bilican (2018b) sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının STEM yaklaşımını kavramsallaştırmaları ve yaklaşımla ilgili pedagojik bilgilerinin güçlü ve zayıf yönlerini bir dönem boyunca bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri yaptıktan sonra tespit etmişlerdir. STEM aktivitelerini altı hafta boyunca uygulanmıştır. Yansıtma raporu, açık uçlu sorulardan oluşan form ve görüşmelerden elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmen adaylarının STEM alanlarının entegrasyonu ve mühendislik tasarım süreciyle ile ilgili bir yaklaşım geliştirdikleri görülmüştür. Buna rağmen bazı öğretmen adayları geliştirdikleri bu yaklaşımları mühendislik yaklaşımı ve tasarım süreci ile ilgili yeterli bilgiye ve deneyime sahip olmadıklarından STEM pedagoji bilgisine dönüştürmekte zorlanmaktadırlar. Çalışmada ulaşılan diğer bir önemli sonuçta öğretmen adaylarıyla yapılan STEM etkinlikleri araştırmacıların dikkatini öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerektiğine ve adayların var olan bilgilerinde eksiklikler olduğuna çekmiştir. Ayrıca tasarım tabanlı STEM etkinliklerinde öğretmen adayları fen ve matematik arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde kurmakta da zorlanmışlardır. Örneğin adayların birçoğu fen ile ilgili içerik ve kavramlara odaklanırken, matematikle ilgili kavram ve içeriğe vurgu yapmamışlardır. Öğretmen adaylarının etkili bir şekilde STEM yaklaşımını sınıflarında uygulayabilmeleri için STEM alanlarıyla ilgili alan bilgisine, problem çözme, yaratıcılık gibi becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Sınıf öğretmenleri ve ortaokul öğretmenlerinin büyük çoğunluğu mühendislik ile ilgili bilgi ve becerilere sahip olmadığından, mühendislik tasarım sürecinin geliştirilmesinin hedef alındığı hizmet içi eğitimler düzenlenmeli ve STEM yaklaşımını temel alan müfredat ve ders materyallerinin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmaya 20 sınıf öğretmeni adayı katılmıştır. Araştırma altı hafta sürmüştür. Çalışmanın ilk haftasında bir makine mühendisi sınıfa gelmiş ve makina mühendislerinin çalışma alanları, çalışma şekilleri, makina mühendislerinin mühendislik tasarım sürecini ne tür problemlere uyguladıklarıyla ilgili bilgi edinmişlerdir. Bu ziyareti takiben makine mühendisliği laboratuvarlarını ziyaret etmişlerdir. İkinci hafta da ise bilgisayar mühendisliği bölümünden bir mühendis sınıfa gelmiştir. Bilgisayar

mühendislerinin çalışma şekilleri, ilgilendikleri problemler ve çözüm şekilleriyle ilgili bilgi vermiştir. İkinci haftanın sonunda öğretmen adaylarına kodlama yaptırılmıştır. Her iki haftanın sonunda öğretmen adayları yansıtma raporu yazmışlardır. Bu raporlarda bu ziyaretlerin öğretmen adaylarının mühendislik algılarına etkisi ve STEM alanları arasındaki ilişkiyi nasıl oluşturduklarına ilişkin etkileri sorulmuştur. İkinci ve üçüncü haftada öğretmen adayları "Yumurta Düşüşü" etkinliği ile ilgili tasarım yapmışlardır. Sonrasında "Düşüş Etkinliğini" ve "Karbonat ve sirke ile çalışan araba" etkinliklerini yapmışlardır. Altıncı haftada ise öğretmen adayları bir fen konusu seçerek ders planı hazırlamışlardır.

Kaya ve diğ. (2019) 20 sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarını ile üç boyutlu yazıcıları kullanarak mühendislik etkinlikleri yapmışlardır ve öğretmen adaylarının mühendislik öğretimiyle ilgili özyeterliklerinin değişimini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda üç boyutlu yazıcılarla yapılan tasarım etkinliklerinin öğretmen adaylarının özyeterliklerini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca üç boyutlu yazılar öğretmen adaylarının STEM konusunda kendilerine güvenini arttırmıştır. Çalışma da görüldüğü üzere iyi tasarlanmış mühendislik müfredatları öğretmen adaylarının özyeterliklerini arttırmak için kullanılabilir. Üç boyutlu yazılarla hazırlanan bu mühendislik ünitesinde öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecini TinkerCAD yazılımını kullanarak yapmışlardır. Çalışma ilk hafta üç boyutlu yazıcıların tarihini, çalışma mekanizmaları, üç boyutlu yazıcılardan çıkarılan örnek objelerin gösterilmesiyle başlamıştır. Sonrasında ise bir senaryo verilerek senaryodaki probleme çözüm bulmaları istenmiştir. Öğretmen adayları önce kendileri çözüm tasarlamıştır ve çözümlerini grup arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Geri dönütleri göz önünde bulundurarak tasarımlarına son şeklini vermişlerdir. Öğretmen adaylarının öz yeterlikleri Enoch ve Riggs (1990) tarafından geliştirilen Fen Bilimleri Özyeterliği Ölçeği (STEBİ-B) fen yerine mühendislik yazarak uyarlamışlardır. ETEBİ ölçeğini ön test ve son test olarak vermişlerdir.

Marulcu ve Sungur (2012) fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik süreciyle ilgili bilgilerini, mühendislik algılarını ve mühendislik dizayn sürecine bakış açılarını incelemek amacıyla adaylara mühendislik ile ilgili soruların olduğu likert tipi, çoktan seçmeli, açık uçlu ve çizim gerektiren soruların olduğu bir anket vermişlerdir. Adaylardan bu anketi cevaplamaları istenmiştir. 44 öğretmen adayının katıldığı çalışma sonucunda öğretmen adaylarının neredeyse yarısı mühendislik öğrenmenin fen eğitimi açısından önemli olduğunu, mühendisliğin sayısal becerisi iyi olan, az kişi tarafından ve özellikle erkek bireyler tarafından yapabileceğine inandıkları görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının bir kısmı (%71) mühendislik sürecini

bildiklerini ve sürece aşina olduklarını da söylemiştir. Öğretmen adaylarının cevapları tüm mühendislik alanlarını kapsayacak cevaplar değildir. Sınırlı alanları düşünerek anket sorularını cevaplamışlardır. Buradan hareketle öğretmen adaylarının mühendislik ile ilgili belirli bilgilere sahip olduklarını ancak mühendislik tasarım sürecini STEM sınıflarında kullanacak düzeyde bilgi sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılmaktadır.

Özçakır ve diğ. (2016) sınıf öğretmenliği bölümü öğretmen adaylarının (N=42) STEM eğitimiyle ilgili görüşlerini tespit amacıyla Çevre Eğitimi dersinde STEM eğitimine dayalı bir ders işlemişlerdir. Durum çalışması olarak tasarlanan bu çalışmada öğretmen adaylarının zihin haritaları incelendiğinde; STEM eğitimiyle ilgili zengin bir kavramsal yapıya sahip oldukları ve sahip oldukları kavramları STEM alanları, çevre eğitimi ve gündelik hayatla ilişkilendirdikleri tespit edilmiştir. STEM yaklaşımına uygun hazırlanan etkinlikler uygulandıktan sonra ise öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen verilen analizi sonucunda öğretmen adaylarının STEM eğitimini ile çevre konularının daha etkili öğretildiği, STEM eğitiminin kalıcı öğrenmeye yardımcı olduğunu ve öğrenmenin daha eğlenceli hale geldiğini söylemişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları mesleğe başlayınca da STEM eğitimini sınıflarında kullanacaklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar öğrencilerin STEM alanlarıyla ilgili mesleklere olan ilgilerinin artmasında öğretmen adaylarının rolü olduğunu, bu sebeple öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili dersleri lisans eğitimlerinde almaları gerektiğini vurgulamışlardır.

Ercan ve diğ. (2016) fen bilimleri öğretmen adayları (N=34) ile Coğrafi Bilgi Sistemini (CBS) [Geographic Information Systems] kullanarak STEM yaklaşımı Fen Laboratuarı II dersine kayıtlı öğrenciler ile uygulamışlardır. Öğretmen adaylarının CBS kullanımı öncesinde ve sonrasında STEM eğitimiyle ilgili görüşlerini öğretmen adaylarının yazdıkları yazılı metinlerle tespit etmişlerdir. Öğretmen adaylarından STEM eğitiminde ve Fen Eğitiminde CBS'nin rolü, fen derslerinde STEM eğitiminin uygulanması gibi konuları yazılı metinlerde belirtmeleri istenmiştir. Çalışmaya 34 fen bilgisi öğretmen adayı katılmıştır. Dört hafta boyunca (16 saat) öğretmen adayları yerleşim yerindeki tatlı su kaynakları için CBS'i kullanarak tatlı su kaynaklarının özelliklerini içeren modeller oluşturmuştur. İlk hafta (4 saat) CBS'in (veri toplama, very tabanı oluşturma, very görselleştirme, çıktı oluşturma, farklı bilgisayar bu programlarının bu süreçlerde kullanımı) kullanımıyla ilgili bilgi verilmiştir. Sonrasında üç veya dört kişiden oluşan gruplarda her grup sorumlu olduğu tatlı su kaynağının matematiksel olarak konumunu belirlemiştir ve su örnekleri almışlardır. Arazi çalışması sonrasında her grup

topladıkları su örneklerini önceden belirlenen (pH, su sertliği gibi) kriterlere göre analiz etmişlerdir ve buldukları sonuçları diğer gruplarla paylaşmışlardır. Verilerin gruplar ile paylaşımından sonra öğretmen adayları görsel veri tabanı oluşturmuştur. Ayrıca verilerin analizi sonucunda yoğunluk haritaları da oluşturmuşlardır. En son derste de öğretmen adayları süreçle ilgili hazırladıkları raporları sunmuşladır. Çalışmanın sonunca dört haftalık CBS uygulamalarının öğretmen adaylarının argüman oluşturma becerilerinin ve problem çözme, yaratıcılık gibi becerilerinin gelişimine katkıda bulunduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları CBS uygulamalarının öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarını ve teknolojik becerilerini geliştirebileceğini de vurgulamışlardır. Ayrıca CBS uygulamalarının gerçek yaşam durumlarını örneklendirmek için STEM eğitiminin kullanıldığı öğrenme ortamlarında kullanımının faydalı olacağını da dile getirmişlerdir. CBS uygulamaları öğretmen adaylarının STEM eğitiminin sınıflarda kullanımına ilişkin görüşlerini ve farkındalıklarını da arttırmıştır.

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

Gökbayrak ve Karışan (2017) çalışmalarında; FÖLU-I dersinin STEM yaklaşımına yönelik düzenlenmiş etkinlikler ile yürütülen uygulama sürecinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. 50 fen bilgisi öğretmen adayının katıldığı araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini

ölçmek için Enger ve Yager (1998) tarafından geliştirilen ve Koray ve diğ. (2007) tarafından Türkçe'ye uyarlanan "Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT)" kullanılmıştır. Araştırıma sonunda, STEM eğitimi çerçevesinde fen laboratuvarı etkinliklerine katılan öğretmen adayları ile kontrol grubunda yer alan öğretmen adayları arasında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Bir diğer araştırma bulgusu da STEM eğitimine yönelik gerçekleştirilen uygulamaların öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini artırdığı yönündedir.

Öğretmen adayları STEM eğitimini okullarda uygularken farklı zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Öğretmen adayları STEM eğitimine dayanan ders planları hazırlamadıklarından öğretmenlik deneyimleri esnasında okullarda ders planı yazmakta ve STEM eğitimine dayanan bir dersi öğretmekte zorlanmaktadırlar. Teo ve Ke (2014) bu konuyla ilgili bir araştırma yapmışlardır. Teo ve Ke (2014) öğretmen adaylarının STEM okullarında öğretim yaparken karşılaştıkları zorlukları tespit etmek için kendi deneyimlerini Singapur'daki öğretmen yetiştirme sistemindeki farklılıkları belirterek vermişlerdir. Teo öğretim esnasında üstün yetenekli öğrencilerin tamamının fen derslerine karşı ilgisi olmadığını tespit etmiştir. Öğrenciler, öğretmen merkezli öğretim yerine öğrenci merkezli eğitimi tercih etmektedirler. Bu sebeple öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasına imkan verecek öğrenme ortamları hazırlamak durumunda kalmıştır. Ayrıca diğer okullarla kıyaslandığında çalıştığı STEM okulunda ulusal sınavlar yerine alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerinin kullanımı yönünde okul tarafından bir yönlendirme olmuştur. STEM okulunda öğretmen olarak sorumlu olduğu müfredat dışında öğrencilerin fen projelerine zaman ayırmak durumunda da kalmıştır. Teo Ke'nin öğretmen adayı olarak bulunduğu programda öğretim elemanıdır. Teo STEM okulunda ilk kez çalışmaya başladığında bu geçiş süreci yüzünden korkmaktadır. STEM okuluna başladıktan sonra ise bulunduğu okulun ortamına uyum sağlamanın öneminden bahsetmiştir. Farklı yetenekleri, bilgi ve becerileri olan öğrencileri sorgulamaya teşvik edecek şekilde öğrencilerin farklı öğrenme özelliklerini de göz önünde bulundurarak öğrencilere teorik bilgiyi uygulayarak öğrenebilecekleri öğrenme ortamı sunmanın öneminden bahsetmiştir. Öğretmen adayı olarak bu ders planları ve üniteler daha önce geliştirmediğinden bu materyalleri hazırlarken zorlanmıştır. Ayrıca farklı bölümlerden meslektaşlarıyla çalışmanın öneminden de bahsetmiştir. Bunun yanında kendisinden bir öğretmen olarak alternatif ölçme değerlendirme araçlarını kullanması beklendiğinden bunları öğretmenlik deneyimi boyunca kendisi öğrenmek zorunda kalmıştır. Bu sebeple öğretmen adaylarına esnek müfredatlarla ile çalışabilme becerisi kazandırılmalı, alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve kullanımıyla alakalı deneyim kazandırılmalıdır.

Özetle; öğretmen adaylarının hizmetöncesi dönemde STEM, mühendislik, STEM disiplinlerinin entegrasyonu gibi konularla ilgili öğrenme olanakları sınırlıdır (Radloff ve Guzey, 2017). Bu sebeple öğretmen adayları STEM'in sınıflarda uygulanması için gerekli bilgi, beceri ve davranışları kazanamamaktadırlar ve STEM yerine çoğu zaman aşina oldukları öğretim yöntemlerine odaklanmaktadırlar (Bektaş ve Aslan, 2019; Radloff ve Guzey, 2017). Bu sebeple hizmetöncesi dönemde öğretmen adaylarına STEM eğitimleri verilmelidir. Farklı araştırmalarda öğretmen adaylarına verilen STEM eğitimlerinin adayların bütünleşik STEM modellerini geliştirdiği, STEM disiplinleri arasında ilişki kurmalarına olumlu etkisinin olduğu vurgulanmıştır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Menon ve Devadas, 2019; Radloff ve Guzey, 2016). Ayrıca STEM eğitimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını, STEM eğitimini sınıflarında uygulama eğilimlerini de arttırmaktadır (Karışan ve diğ., 2019; Kim ve Bolger, 2017; Radloff ve Guzey, 2017).

Öğretmen adayları STEM ders planı hazırlarken konuların seçimi ve farklı disiplinlerden ilgili kavramların seçimi ve ilişkilendirilmesi konularında yetersizdirler (Kim ve Bolger, 2017). Bu sebeple hizmetöncesi eğitimler sırasında disiplinler arasında ilişki kurma, konu ve kazanım seçimi gibi konularla ilgili yönlendirmeler adayların STEM ders planı hazırlama yeterliliklerinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Kim ve Bolger, 2017). Hizmetöncesi STEM eğitimleri adayların bilimsel süreç becerilerinin, 21.yy. becerilerinin, STEM disiplinlerine karşı tutumlarının olumlu yönde gelişmesini sağlamaktadır Bektaş ve Aslan, 2019; Uysal ve Cebesoy, 2020). Ayrıca öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreciyle ilgili beceri kazanmalarını sağlamaktadır (Coppola, 2019; Kaya ve diğ., 2019).

2.8.2. Öğretmenler ile Yapılan STEM Eğitim Çalışmaları

Üretilen bilgiye ulaşmanın gelişen teknoloji ile kolaylaştığı bu dönemde öğretmenlerin çağın gerektirdiği bilgi ve becerilerle donatılmaları önem arz etmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından belirlenen öğretmen yeterliliklerinin günümüzün teknolojik imkan ve gerekliliklerine göre şekillendiği görülmektedir. MEB (2017a)'in yayınladığı belgede öğretmen yeterlilikleri üç grupta toplamıştır (1) Mesleki Bilgi (2) Mesleki Beceri (3) Tutum ve Değerler. Meslek Bilgisi boyutunda: alan bilgisi, alan eğitim bilgisi, ve mevzuat bilgisi; mesleki beceri boyutunda: eğitim ve öğretimin planlanması, öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrenme-öğretme sürecinin yönetilmesi, ve ölçme-değerlendirme; tutum ve değerler boyutunda: milli, manevi ve evrensel değerler, öğrenciye yaklaşım, iletişim-işbirliği, kişisel ve mesleki gelişim gibi öğeler yer almaktadır. MEB bu alanların geliştirilmesi için öğretmenlere

farklı imkanlar sunmaktadır. Örneğin, kariyer gelişimi ve ödüllendirme, performans değerlendirme, sürekli gelişim merkezi, hizmet öncesi öğretmen yetiştirme ve aday öğretmen yetiştirme süreci bu imkanlardan bazılarıdır (MEB, 2017b). Öğretmenlerin yeni gelişmelere ayak uydurması, mesleki yeterliliklerini arttırması, tutum ve güdülenmelerini istenildiği gibi şekillenmesi amacıyla MEB tarafından hizmet içi eğitimler düzenlenmektedir (Altınışık, 1996).

Hizmetiçi eğitim; eğitim sistemi içerisindeki bireylere kısa süreli olarak verilen, önceden belirlenmiş bir konu ile ilgili bilgi, beceri ve hedefleri öğrencilere kazandırmak için öğretmenlere bu konuyla ilgili bilgi, beceri, tutum ve davranışların kazandırılması sürecidir (Aslan ve diğ., 2018; Kaya, 2020). Öğretmenlerin içinde bulunduğu bu bilgi çağını yakalamasında hizmet içi eğitimler yeni üretilen bilgilerin takip edilmesini ve benimsenip öğretim esnasında uygulanmasını kolaylaştırmaktadır (Budak ve Demirel, 2003). Hizmet içi eğitimler bir konuyla ilgili öğretmenlerin bilmesi gereken ana kavramları öğrenecekleri öğrenme ortamlarını sunarken, meslektaşlarıyla iş birliği içinde çalışma ve deneyimleme fırsatı da sunmaktadır (De La Paz ve diğ., 2011). Hizmet içi eğitimler farklı metodlarla (örneğin atölye, yüz yüze eğitim ve çevrimiçi dersler) yapılabilmektedir (Barrett ve diğ., 2012). Etkili bir hizmet içi eğitim sonucunda öğretmenlerin bir konuyla ilgili bilgi, beceri ve tutumlarında pozitif yönde bir gelişme, öğrencilerin de öğrenme çıktılarında olumlu yönde bir artış görülmektedir.

Hizmetiçi eğitimler STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanması için öğretmenlere ihtiyaç duydukları farklı disiplinlerin ilişkilendirilmesi, tasarım temelli öğrenme gibi farklı pedagojik becerileri kazandırmak için gereklidir (Dare ve diğ., 2018 ; Guzey ve diğ., 2016; Margot ve Kettler, 2019; Southerland ve diğ., 2016; Aguirre-Munoz ve diğ., 2021). Öğretmenler hizmetöncesi dönemde fen öğretimiyle ilgili pedagojik dersleri almaktadırlar (NRC, 2013). Ancak mühendislik tasarım süreci, fenin diğer disiplinlerle ilişkisinin kurularak fen kavramlarının öğretilmesi, STEM ders planının geliştirilmesi, öğrenme ortamının öğrenci ihtiyaçlarına göre ders öncesinde ve ders esnasında yeniden düzenlenmesi, STEM eğitiminde kullanılabilecek ölçme-değerlendirme araçlarının geliştirilmesi gibi konularda dersler almamaktadırlar (Capobianco ve diğ., 2018; Wang ve diğ., 2011). Öğretmenlerin kendi disiplinleri veya ilişkilendirdikleri disiplinle ilgili pedagojik alan bilgisi eksiklikleri öğretmenlerin kendi disiplinlerini diğer disiplinler ile ilişkilendirirken zorlanmalarına, kendi disiplinlerini ve diğer disiplinlerden bağımsız öğretmelerine neden olmaktadır (Guzey ve diğ., 2019; Tkachenko, 2021).

STEM eğitimi öğretmenlerin pedagojik değişimler yapmasını gerektirdiğinden öğrenme ortamını, öğretmen ve öğrenci rollerinde de değişimleri beraberinde getirmektedir (Guzey ve diğ., 2014). Öğretmenler etkili bir STEM öğrenme ortamını yaratarak öğrencilerin STEM becerilerinin gelişmesinde veya körelmesinde katalizör gibi görev yapmaktadırlar (Margot ve Kettler, 2019). Etkili bir STEM öğrenme ortamında bulunması gereken özellikler şunlardır; (1) Öğrenciler aktif olmalıdır (2) Öğrencilerin öğrenme içeriğini içselleştirebilecekleri ve üst bilişssel becerilerini kullanabilecekleri öğrenme ortamları düzenlenmelidir (3) Öğrenme ortamı geleneksel ve alternatif ölçme değerlendirme araçlarının kullanımını içerecek şekilde düzenlenmelidir (4) Öğrencilerin kavramsal bilgiyi öğrenmeleri ve bilişsel becerilerini geliştirmeleri için çeşitli ve çoklu öğrenme ortamları hazırlanmalıdır (5) Öğretim esnasında kullanılacak etkinlikler öğrenciler için anlamlı, önemli, kültürel ve sosyal yaşantılarıyla ilişkili olmalıdır (Moore ve diğ., 2014; Saxton ve diğ., 2014). Etkili bir STEM öğrenme ortamında öğretmenler öğrencilerin inovasyon ve eleştirel düşünme gibi 21 yy. becerilerini geliştirmek için proje tabanlı öğrenme gibi yaklaşımları kullanabilirler (Margot ve Kettler, 2019). Bunun yanında öğrencilerin üst düzey bilişsel düşünme becerilerini kullanmalarını sağlamak için ise öğrencilere soru sorma stratejileri geliştirmelidirler (Bruce-Davis ve diğ., 2014; Capobianco ve diğ., 2018; Margot ve Kettler, 2019). Öğrencilere soru sorarken tasarım esnasında kullanılacak bilimsel kavramları, öğrencilerin ön bilgilerini göz önünde bulundurmalıdırlar (Capobianco ve diğ., 2018). Bu sayede öğrenciler STEM kavramlarıyla ilgili derinlemesine düşünüp, STEM disiplinlerindeki kavramları öğrenebilirler (Wang ve diğ., 2011). Öğrencilerin STEM alanlarında bilgi, yetenek ve becerilerinin artması için öğretmenlere STEM eğitimine uygun müfredatlar ve alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarından örnekler sunulmalıdır (Aguirre-Muñoz ve diğ., 2021; Margot ve Kettler, 2019). STEM eğitiminin uygulanması esnasında öğretmenler, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde rehber olmalı ve öğrencilerin öğrenme sürecinde kendi sorumluluklarını almalarına olanak sağlayarak öz becerilerini ve öğrenci deneyimlerini arttırmalıdırlar (Margot ve Kettler, 2019).

Alanyazında öğretmenelere yönelik yapılan farklı STEM hizmetiçi eğitimlerin etkilerini, öğretmenlerin STEM algılarını ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Margot ve Kettler (2019) öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili algılarını tespit etmek için alanyazında 2000-2017 yıllar arasında İngilizce basılmış, akademik dergilerde yayınlanmış, okul öncesi dönemden lise düzeyinde çalışan öğretmenleri konu edinen deneysel çalışmaları kullanarak bir tarama çalışması yapmışlardır. Bu sistematik tarama PRISMA yönergesine ve akış şeması diyagramına göre yapılmıştır. Araştırma sonucunda öğretmenlerin STEM algılarını deneyimlerinin

belirlediği ortaya çıkmıştır. Araştırmaya dahil edilen bazı akademik yayınlarda 15 yılın üzerinde deneyimi olan öğretmenlerin 1-5 yıl arası deneyimi olan öğretmenlere oranla STEM eğitimine olumlu baktıkları; bazı çalışmalarda ise 6-15 yıl arası deneyimi olan öğretmenleri mühendislik ve STEM alanlarına aşina olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin özyeterlilik ve güveni, STEM alanlarıyla ilgili bilgisi, STEM eğitimini kullanmaya olumlu yönde etki etmektedir. Öğretmenler STEM eğitimi için öğrencinin aktif katılım gerçekleştirdiği öğrenme ortamlarının gerekli olduğunu, STEM'in öğrenme çıktılarını olumlu yönde etkilediğini de dile getirmişlerdir. STEM eğitimi ile mühendislik, matematik gibi diğer STEM disiplinlerini içeren öğrenme ortamları hazırlandığından öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme gibi becerilerini gelişmektedir, motivasyonları artmaktadır. Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde tasarımlarında eksiklikler veya başarısızlıklar ile karşılaştığında başarısızlık ile nasıl başedileceğini de öğrenmektedirler. Öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili kendilerine olan güvenleri ve yeterli olduklarına dair inançları STEM eğitimi uygulamalarını etkilemektedir. Öğretmenin STEM ile ilgili bilgisi ile öğrenci öğrenmeleri de bir doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

STEM eğitiminin önemli özelliklerinden bir tanesi en az iki disiplin arasında ilişkilendirme yapılmasıdır (Kelley ve Knowles, 2016; Moore ve diğ., 2014). STEM disiplinlerinin entegrasyonu bu yaklaşımı diğerlerinden daha etkili kılarken, uygulanması sürecinde öğretmenlerin problemlerle karşılaşılmasına da sebep olmaktadır (Dare ve diğ., 2018). Alanyazın incelendiğinde öğretmenlerin STEM yaklaşımına yönelik görüşlerinin ve STEM alanlarının entegrasyonunu nasıl algıladıklarına dair farklı çalışmalar mevcuttur. Öğretmenlerin bir durumla ilgili görüşleri davranışlarını etkilemektedir (Pratt, 1992). Bu sebeple öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili görüşleride STEM eğitimini kullanmalarını etkilemektedir. STEM eğitimiyle ilgili farklı entegrasyon modelleri alanyazında belirtildiğinden, öğretmenler için STEM disiplinlerini nasıl entegre edecekleri zorlandıkları bir alan olmaktadır. STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesi gerçek yaşam problemi içinde disiplinleri bir araya koymaktan daha karmaşık bir süreçtir (Roehrig ve diğ., 2021). STEM disiplinleri ilişkilendirilirken disiplinlerin bir tema veya konu bağlamında birbiriyle kesişir, öğretim programı veya etkinlikler tasarlanırken konu veya temaya odaklanılarak disiplinlerle ilgili bilgi ve beceriler kazandırılır, disiplinler öğrenme ortamında ayırt edilemez (Lederman ve Niess'ten aktaran Roehrig ve diğ., 2021). Öğretmenlerin STEM disiplinlerini ilişkilendirmelerini etkileyen diğer bir unsurda öğretmenlerin öğrenci lerin öğrenmelerine alan ilişlendirmesinin olumlu etki edeceğine yönelik inançlarıdır (Huntley, 1998). Bu sebeple

öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili görüşlerinin, STEM modellerinin belirlenmesinin, öğretmenlerin bütünleşik STEM öğretim programlarını uygulama deneyimlerinin belirlenmesi öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin tasarlanmasını kolaylaştırmaktadır.

Dare ve diğ. (2019), öğretmenlerin STEM modellerini belirlemek için gölümü karma desene göre 45 fen bilimleri öğretmeniyle bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmanın nitel boyutunda fenomenografik desen kullanılmıştır. Fen bilimleri öğretmenlerine ile üç hafta boyunca hizmetiçi eğitim verilmiştir. Eğitim bitiminde öğretmenlerden STEM disiplinlerinin entegrasyonuyla ilgili zihinsel modellerini çizmeleri istenmiştir. Öğretmenlerin çizdikleri modellerden sekiz tanesi seçilmiştir, bilgisayar ortamına aktarılarak tekrar çizilmiştir. Çizimlerden sonra öğretmenlerle görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde bilgisayar oramına aktarılan modeller kullanılmıştır. Görüşmeler sırasında öğretmenler STEM modellerini araştırmacılarla paylaşmışlardır, dijital ortamda çizilen modellerle ilgili görüşlerini belirtmişlerdir, modellerinde değişiklik yapmak isteyenler modellerini tekrar çizmişlerdir. Araştırma sonucuna göre, fen bilimleri öğretmenlerinin sekiz STEM entegrasyon modelini açıklamakta zorlanmışlardır. Öğretmenler "STEM dört alanın kısaltmasıdır" modeli ve "Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları ayrı disiplinlerdir" modelinin STEM eğitimini açıklamadığını, disiplinlerin entegrasyonuyla ilgili bu modellerin detalı bilgi vermediğini belirtmişlerdir. Öğretmenler mühendislik disiplinin STEM eğitimini geleneksel öğretim yaklaşımlarından ayırdığını vurgulamalarına rağmen, mühendislik disiplininin diğer disiplinleri ilişkilendirmeye olanak verdiğinin farkında değillerdir. Ayrıca öğretmenler kendilerine gösterilen modellerin hangi disiplinlerin STEM alanlarının entegrasyonuna eklenmesi gerektiğini gösterdiğini, ancak sınıf ortamında entegrasyonun nasıl yapılacağı ile ilgili bilgi vermediğini belirtmişlerdir. STEM eğitimi ve alanlarının entegrasyonuyla ilgili öğretmenler arasında ortak bir fikir oluşturmak, öğretmenlerin STEM eğitimi sınıflarında uygulamalarını kolaylaştıracaktır.

Hizmetiçi eğitimler sürecinde, öğretmenlerin STEM alanlarının entegrasyonu ile ilgili bilgi ve tecrübe kazanmaları sağlanabilir. Bu sebeple Ring ve diğ. (2017) bir hizmet içi eğitim tasarlamışlardır. Ring ve diğ. (2017) K-12 fen bilimleri öğretmenlerinin STEM alanlarının entegrasyonunu nasıl kavramsallaştırdıklarını ve hizmet içi eğitim sonrasında kavramsallaştırmalarındaki değişiklikleri tespit etmek amacıyla tekli açıklayıcı bir durum çalışması yapmışlardır. 45 fen bilimleri öğretmeni üç haftalık (84 saatten fazla) bir hizmet içi eğitime katılmışlardır. Ancak hizmet içi eğitimin tüm sorumluluklarını yerine getiren 33

öğretmen ile çalışma devam etmiştir. Hizmet içi eğitimde Mühendislik Eğitimi Çerçevesi (Engineering Education Framework), mühendislik tasarım süreci, STEM alanlarının entegrasyonu ile ilgili mentörlerle çalışma, müfredat geliştirme yer almıştır. Mühendislik tasarım sürecinin öğretiminde öğretmenlere küçük tasarım ödevleri verilmiştir. Öğretmenler Mühendislik Eğitim Çerçevesini bu tasarım ödevlerinde kullanmışlardır. Müfredatlarını geliştirirken ise ikili ya da üçlü gruplar halinde çalışmışlardır. Öğretmenler bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili zihinlerinde beliren kavramları STEM Yansıtma Protokolüne (STEM Reflection Protocol) çizmişlerdir. Bu protokolde öğretmenlerden istenen şunlardır: (1) STEM disiplinlerinin entegrasyonun nasıl olacağını gösteren modelinizi çiziniz. (2) Modelinizi açıklayınız. (3) Hizmet içi eğitim sırasında modelinizi oluşturmanıza yardımcı olacak herhangi bir deneyiminiz oldu mu? Bu protokol üç haftalık hizmet içi eğitimin her haftasında uygulanmıştır. Araştırma sonucunda alanyazınla benzer şekilde öğretmenlerin çizdikleri modellerin sekiz model arasında dağıldığı görülmektedir. Öğretmenlerin çizdikleri modeller: (1) Fen bilimleri bağlam olarak alınır. (2) Mühendislik tasarım süreci bağlam olarak alınır. (3) Fen bilimleri ve mühendislik tasarım süreci bağlam olarak ele alınır. (4) Gerçek hayat problemleri bağlam olarak ele alınır. (5) STEM disiplinleri ayrı ayrı ele alınır. (6) Mühendislik bağlam olarak ele alınır. (7) STEM, dört disiplinin kısaltmasıdır. (8) STEM disiplinlerinin entegrasyonu yapılır. Öğretmenler hizmet içi eğitime ilk başladıklarında STEM alanlarının entegrasyonuyla ilgili zihinlerinde yapılandırdıkları çok az bilgi olmasına rağmen, hizmet içi eğitim süresince STEM disiplinlerinin entegrasyonuna dair bilgi ve deneyimleri artmıştır. Buna bağlı olarak da "STEM dört alanın kısaltmasıdır" gibi STEM entegrasyon modellerini reddetmişlerdir. Üç öğretmen ise STEM öğretiminde fen bilimlerini bağlam olarak kabul ettikleri modellerini dört alanında entegre edildiği öğretim modeli olarak değiştirmişlerdir. STEM disiplinlerinin diğer alanlarında yeterli deneyimi olmayan fen bilimleri öğretmenleri için bu beklenmeyen bir durumdur. Hizmet içi eğitimde mühendislik alanı STEM eğitiminin ana öğesi olarak kabul edildiğinden mühendislik tasarım sürecini bağlam olarak kabul eden veya fen bilimleri ve mühendislik tasarım sürecini bağlam olarak kabul eden öğretmenlerin (beş öğretmen) de modelleri değişmiştir ve mühendisliği bağlam olarak ele almışlardır. K-12 düzeylerinin tamamında uygulanabilecek bir STEM entegrasyon modeli bulunmadığından, öğretmenlerin kendi STEM entegrasyon modellerini oluşturmaları, içselleştirmeleri ve meslektaşlarıyla paylaşmaları, STEM alanlarının entegrasyonu sınıf ortamlarında yapmalarını kolaylaştıracaktır.

Öğretmenlerin fen bilimleri derslerine mühendisliği ne şekilde entegre ettiklerini anlamak STEM eğitiminin etkililiğini ve öğrenci çıktılarını anlamak açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple Dare ve diğ. (2018) fenomonolojik çoklu durum çalışması tasarlamışlardır. Bu çalışma ile dokuz fizik öğretmeninin sınıflarında ilk kez STEM uygulamalarını gözlemlemişlerdir. Araştırmaya katılan öğretmenler üç haftalık bir hizmet içi eğitime katılmışlardır. Hizmet içi eğitimde mühendislik tasarımını ve veri analizin ilk hafta üzerinde durulurken, ikinci hafta da ise mühendislik ve fizik ile ilgili etkinlikler yapmışlardır. Üçüncü hafta ise yeni müfredat geliştirmişlerdir. Dokuz öğretmen ders anlatımı sırasında gözlemlenmiş ve dersler video kayıt altına alınmıştır. Gözlemler sırasında saha notları tutulmuştur. Öğretmenler geliştirdikleri üniteleri sınıflarında uygulamaları bittikten sonra yarı yapılandırılmış görüşmelere katılmışlardır. Görüşmeler 18 ile 55 dakika arasında sürmüştür. Araştırma sonucunda mühendislik deneyimi az olan öğretmenler daha yumuşak becerilere (örneğin iletişim, ekip çalışması) odaklandıkları, fizik ve mühendislik içeriğine çok fazla odaklanmadıkları görülmüştür. Öğretmenlerin inançlarının mühendislik alanını entegre ederken hangi yaklaşımı belirleyeceklerinde önemli bir rol üstlenmiştir. Eğer öğretmenler alan entegrasyonunu değerli ve gerekli görüyorsa, öğrencilerin alanlar arasında bağlantı kurması için daha fazla zaman harcamaktadır. Öğretmenler alan entegrasyonu yaparken uzmanlardan sürekli destek almaya ihtiyaç duymaktadır.

Öğretmenlerin STEM disiplinlerinin entegrasyonunu kavramaları ve STEM eğitimini sınıflarında uygulamaları birçok faktöre bağlı olabilir. Ulusal müfredatlar, okul yöneticisinden ve meslektaşlarından aldıkları destekler, meslektaşlarıyla olan işbirliği düzeyleri ve STEM disiplinlerinin entegrasyonu bağlamsal olarak ilgili algılardır. STEM disiplinlerinin başarılı bir şekilde entegrasyonunu yapılabilmesi için; (1) STEM alanlarının başarılı bir şekilde entegre edildiği, etkililiği araştırılmış örnek müfredatlar geliştirilmelidir. (2) Öğretmen ve okul yöneticilerinin STEM eğitimiyle ilgili yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olmadıklarından, STEM eğitimiyle ilgili bilgilerini arttıracakları, bu eğitimi deneyimleyebilecekleri hizmet içi öğrenme ortamları tasarlanmalıdır. (3) Okullar insiyatif alarak öğrencilere STEM disiplinlerini entegre edebilecekleri öğrenme ortamları sunmalıdır. (4) eğitim politikalarında değişikliğe gidilerek öğretmen merkezli yaklaşımlardan öğrenci merkezli yaklaşımlara geçişler yapılmalıdır. Ulusal sınavlar öğretmenlerin üzerinde baskı oluşturmaktadır. Öğretmenler sınav başarısına göre öğrenme ortamlarını düzenlemek durumunda kalmaktadırlar. Bu sebeple eğitim yöneticileri, yasa koyucular ve öğretmenler birlikte çalışarak değerlendirme yöntemlerinde değişikliklere gitmelidir (Moore ve Smith, 2014).

STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasını etkileyen bir diğer öğe de öğretmenlerin kendilerini STEM eğitimiyle, mühendislik ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili yetersiz hissetmeleri ve var olan öğretim alışkanlıklarını terk etmemek istemeleridir (El-Deghaidy ve Mansour, 2015; Hacıoğlu ve diğ., 2016; Özbilen, 2018). Özbilen (2018), fen bilgisi (beş) ve matematik (bir) öğretmeni ile yaptığı fenomonolojik çalışmasında öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili görüş ve farkındalıklarını incelemiştir. Yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak yapılan görüşmeler sonucunda, öğretmenlerin kendi branşlarında (fen ve matematik) STEM eğitimini kullanmak istedikleri belirlenmiştir. Ancak öğretmenler mühendislik uygulamaları ve STEM eğitimi konusunda kendilerini yetersiz görmektedirler. Bu sebeple kendi bildikleri geleneksel eğitimi sınıflarında uygulamaktadırlar. Öğretmenler STEM eğitimiyle ilgili yetersiz oldukları alanları gidermek istemektedirler. Ancak STEM eğitimiyle ilgili düzenlenen eğitimlere zaman, branş kısıtlaması, kontenjan sayısı gibi unsurlar yüzünden katılamamaktadırlar (El-Deghaidy ve Mansour, 2015; Hacıoğlu ve diğ., 2016). Ayrıca öğretmenlerin meslektaşları ile işbirliği içinde çalışmamaları da öğretmenlerin STEM eğitimi uygulama eğilimlerini etkilemektedir. STEM eğitiminin öğretmenler tarafından uygulanmasında her ne kadar malzeme eksikliği sorun olarak baş göstersede, bu çalışmaya katılan öğretmenler basit malzemeler ile STEM eğitimi yapılabileceğini dile getirmiştir.

Hacıoğlu ve diğ. (2016) fen bilimleri öğretmenlerinin Mühendislik Tasarım Temelli Fen eğitimiyle ilgili görüşlerini belirlemek için 55 fen bilimleri öğretmenine görüş formu vererek bu konuyla ilgili ne düşündüklerini belirlemek istemişlerdir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin Mühendislik Tasarım Temelli Fen eğitimiyle ilgili olumlu ve olumsuz düşüncelerinin olduğu görülmektedir. Öğretmenler Mühendislik Tasarım Temelli Fen eğitimlerine katılmak istediklerini dile getirmişlerdir. Fakat, mühendislik öğretimiyle ilgili kendilerini yetersiz görmekte, fiziki okul şartlarının bu eğitime uygun olmadığı dile getirmişlerdir. Ayrıca sınıfların kalabalık oluşu, müfredatın yoğun olması karşılaştıkları diğer engellerdir.

El-Deghaidy ve Mansour (2015), fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ve disiplinlerarası doğasıyla ilgili algılarını, sınıflarında STEM eğitimi uygulamaları yapmalarını engelleyen ve kolaylaştıran faktörleri tespit etmek amacıyla Suudi Arabistan'da Riyad şehrinde bulunan 23 okuldan seçilen 418 öğretmen ile bir çalışma yapmışlardır. Odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler analiz edildiğinde çalışmaya katılan tüm öğretmenler STEM eğitimi sınıflarında uygulamaya hazır olmadıklarını dile getirmişlerdir. Öğretmenlerin

STEM eğitiminin doğasıyla ilgili hazırbulunuşluk düzeylerinin de düşük olduğu görülmüştür. Örneğin, katılımcı öğretmenlerin STEM eğitimindeki teknolojiyi teknolojik ürün olarak algılamaları öğretmenlerin teknoloji ile ilgili yeterli kavrama düzeylerinin oluşmadığını, bilim teknolojinin doğası arasındaki ilişkiyi, ne zaman ve ne şekilde ilişkilendirmenin yapılacağını bilmediklerini göstermektedir. Öğretmenler, STEM eğitiminin öğrencilerin 21. yy. becerilerini geliştirdiğini ve öğrencileri STEM alanlarında kariyer yapmaya sevk ettiğini belirtmektedirler. Ayrıca katılımcılar STEM eğitiminin uygulanmasında okul kültürünün rol oynadığını, fen ve matematik öğretmenleri, mühendisler ve bilim insanları arasındaki işbirliğinin önemini de vurgulamışlardır.

Öğretmenlerin kendi branşları dışındaki alanlarla ilgili bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. Örneğin, fen bilimleri öğretmenlerinin teknolojinin doğası, teknoloji okuryazarlığı ile ilgili eksiklikleri bulunabilir (El-Deghaidy ve diğ., 2017). El-Deghaidy ve diğ. (2017) göre; fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimi ve doğasıyla ilgili görüşlerini tespit etmek amacıyla odak grup görüşmeleri ve bireysel görüşmeler yapmışlardır. Odak grup görüşmeleri çalışmaya katılan 21 erkek öğretmen ile yapılırken, bireysel görüşmelere sadece 2 erkek öğretmen katılım göstermiştir. Araştırma sonucunda çalışmaya katılan tüm öğretmenler STEM eğitimini uygulama konusunda kendilerini yetersiz hissettiklerini belirtmişlerdir. Çalışmaya katılan öğretmenlerin büyük çoğunluğu STEM eğitimindeki teknoloji boyutunu teknolojik araç (bilgisayar, tablet, kamera gibi) olarak düşünmektedirler. Öğretmenler teknolojinin doğası, bilimin doğası ve bu iki alan arasındaki ilişki ile ilgili yeterli bilgiye sahip değildir. Ayrıca öğretmenler mühendislik tasarımından bahsetmelerine rağmen, mühendisliği STEM entegrasyonunun bir öğesi olarak belirtmemişlerdir. Öğretmenlerin alan entegrasyonu ile ilgili geçmiş deneyimleri, pedagojik bilgi ve becerileri olmadığından STEM eğitimini sınıflarında uygulamakta zorluk çekmektedirler. Çalışmaya katılan öğretmenler STEM eğitiminin faydalarının (örneğin öğrencilerin motivasyonunu arttırır, öğrencilerin STEM kariyerleri ile ilgili farkındalıkları artar) farkında olmalarına rağmen, STEM disiplinlerinden mühendislik ve matematikle ilgili yeterli bilgi sahibi olmadıklarını, bu sebeple sınıflarında uygulamadıklarını belirtmişlerdir. Okul ortamı STEM eğitiminin öğretmenler tarafından kullanılmasın etkileyen diğer bir etmendir. STEM okulunda işbirliğine açık öğretmenlerin, işbirliği destekleyen yöneticilerin bulunması STEM eğitiminin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

Öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili herhangi bir eğitim almamalarına rağmen, STEM eğitimi kullanmaya yönelik pozitif tutumları bulunmaktadır (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Biçer ve

diğ., 2019; Hsu ve diğ., 2011). Bakırcı ve Kutlu (2018) Türkiye'nin doğu illerinde görev yapmakta olan 10 fen bilimleri öğretmeni ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yaparak fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi hakkında görüşlerini belirlemişlerdir. Görüşmelerden elde edilen veriler içerik ve betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmenleri FeTeMM eğitiminin öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini arttıracağını, öğrencilerin çok yönlü düşünme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, sorgulama ve karar verme becerilerini geliştireceğini, öğrencilerin yaparak ve yaşayarak bilgiyi yapılandıracaklarını dile getirmişlerdir. Öğretmenlerin STEM (FeTeMM) yaklaşımıyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıkları, FeTeMM'i fen, mühendislik, teknoloji ve matematiğin bütünleşmesi olarak tanımladıkları görülmüştür. Ancak farklı alanların entegrasyonun gerekliliği dışında, alan entegrasyonunun nerede ve nasıl uygulanacağı ile ilgili herhangi bir bilgi vermemişlerdir. Bunun yanında öğretmenler FeTeMM eğitiminin uygulandığı sınıflarda alternatif değerlendirme yöntemleri (örneğin portfolyo, proje ve performansa dayalı değerlendirmeler) ve geleneksel değerlendirme yöntemlerinin kullanılabileceğini de belirtmişlerdir. Ancak öğretmenler süreç değerlendirmesini görüşmeler esnasında detaylandırmamıştır. Çalışma sonucunda okullara FeTeMM eğitiminin uygulanması için gerekli araç ve gereçlerin sağlanması gerektiği, hizmet içi eğitimler ile fen bilimleri öğretmenlerinin desteklenmesi gerektiği sonucunda ulaşılmıştır.

Hsu ve diğ. (2011) sınıf öğretmenlerinin tasarım, mühendislik, ve teknoloji ile ilgili algılarını ve bu kavramlarla ilgili aşinalıklarını tespit etmek amacıyla 192 öğretmene Yaşar ve diğ. (2006) tarafından geliştirilen Tasarım, Mühendislik, ve Teknoloji (Design, Engineering, Technology [DET]) anketini uygulamışlardır. Anket dörtlü likert tipinde öğretmenlerin tasarım, mühendislik ve teknoloji ile ilgili algılarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Araştırmada öğretmenlerin mühendislik, teknoloji ve tasarım öğretimi önemli bulduğu, ancak bu alanların öğretimi konusunda kendilerini yetersiz buldukları belirlenmiştir. Öğretmenlerin çoğu mühendislik, teknoloji ve tasarım öğretimi ile ilgili hizmet içi veya hizmet öncesi bir eğitim almadıklarını belirtmiştir. Bu sebeple sınıflarında mühendislik, teknoloji ve tasarım öğretiminin sınıflı oluşu beklenen bir durumdur. Ayrıca öğretmenler bu alanların öğretiminde farklı engellerle de karşılaşmaktadırlar. Bu engeller: kısıtlı zaman, eğitim, öğretmenlerin bu alanlarla ilgili bilgisi. Öğretmenler DET alanları ile ilgili kısıtlı bilgi sahibi olmalarına rağmen, hizmet içi eğitimler ile öğrenmek istediklerini dile getirmişlerdir.

Biçer ve diğ. (2019) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerini cinsiyet, eğitim düzeyi, öğrenim derecesi, STEM eğitimini alma ve duyma durumu, çalıştığı eğitim kurumu, hizmet süresi ve STEM kaynaklarını duyma kaynakları gibi değişkenlere göre belirlemek için nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeline göre bir çalışma yapmışlardır. Çalışmaya Kayseri il ve ilçelerinde görev yapan fen bilimleri öğretmenleri katılmıştır. Araştırma da veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen, 42 maddeden oluşan likert tipindeki "Fen Bilimleri Dersini Yürüten Öğretmenlerin STEM Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi Ölçeği" ile toplanmıştır. Ölçek araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM uygulamalarına ilişkin özyeterlik düzeyleri, STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenmesine katkısı, okullardaki mevcut koşulların yeterliliğinin belirlenmesi ve geliştirilmesi gibi alanlarla ilgili bilgi edinmeyi sağlamıştır. Çalışma sonucunda fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin cinsiyet, eğitim düzeyi ve öğretmenlerin öğrenim derecelerine göre istatiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği; ancak hizmet süresine göre (16-20 yıl arası tecrübeye sahip olan) öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenler STEM eğitimini daha önce Milli Eğitim Bakanlığı kaynaklarından duyduklarını da ifade etmişlerdir. Öğretmenler bu araştırmaya katılmadan önce STEM eğitimi almadıklarını dile getirmişlerdir.

STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanmasında yeniliğe açık bir okul iklimi, okul yöneticilerinin desteği, iş birliğine ve yeniliklere açık olma gibi faktörler etkili olmaktadır (Jho ve diğ., 2016). Jho ve diğ. (2016) STEAM öğretmen eğitimlerini ve başarılı uygulamalarını inceledikleri çalışmalarında iki okulu gözlemlemişlerdir. Araştırma için seçilen iki okul Kore'de STEAM eğitimine geçilmesinden itibaren bu eğitime geçilen okullardır. Araştırmacılar gözlemci olarak STEAM derslerini kaydetmişlerdir. Öğretmenlerle görüşmeler yapmışlardır ve oluşturulan dokümanları da bir diğer veri kaynağı olarak toplamışlardır. Verilerin analizini uygulayıcı topluluk bakış açısı (community of practice perspective) ile yapmışlardır. İki okul karşılaştırıldığında bazı benzerliklerinin olduğu tespit edilmiştir. BU benzerlikler açık fikirli olma, kendini yenileme, işbirlikli öğrenme, ortak bir hedef belirleyip, o hedefe yönelik beraber çalışabilme, zamanı iyi kullanma olarak sıralanmıştır. Bu çalışma STEM eğitiminin uygulanması için çalışma ortamlarının atmosferi ile ilgili bilgi vermektedir.

STEM eğitimiyle ilgili verilen hizmet içi eğitimlerin bir tema etrafında tasarlanması, öğretmenlerin STEM eğitimini deneyimleyecekleri öğrenme ortamlarının sunulması, öğretmenlerin çalışmalarına düzenli dönütler verilmesi hizmet içi eğitimlerin etkililiğini

arttırmaktadır (Avery ve Reeve, 2013; Han ve diğ., 2015b; Pinnell ve diğ., 2013). Avery ve Reeve (2013), nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasına göre tasarladıkları çalışmalarında öğretmenlerin hizmet içi eğitim sonrasında sınıf uygulamalarındaki değişimlere bakmışlardır. Çalışma sonucunda etkili bir hizmet içi eğitim ortamının öğretmenleri destekleyici olması gerektiği, bir tema belirlenerek hizmet içi eğitimin bu tema etrafında tasarlanması gerektiği ve öğretmenlere STEM disiplinlerinin entegrasyonunu örnekleyecek ve deneyim kazanmalarına imkan verecek şekilde hazırlanması gerektiği belirlenmiştir (Avery ve Reeve, 2013).

Mühendislik, inovasyon, mühendislik tasarım süreci gibi öğeleri temel alarak hazırlanan hizmet içi eğitimler öğretmenlerin mühendislik ve mühendislikle ilgili kavramlarla ilgili bilgi edinmelerini sağlamaktadır. Öğretmenler mühendislik ve eğitim fakültesi iş birliğiyle hazırlanan hizmet içi eğitimlerde mühendisliğin doğasıyla ilgili etkinliklerde mühendisliğin ne olduğunu, mühendislerin nasıl çalıştığını, farklı mühendislik alanlarını da öğrenmektedirler. Bu eğitim fırsatları öğretmenlerin mühendislik eğitimiyle ilgili kendilerine olan özgüvenlerini de arttırmaktadır (Pinnell ve diğ., 2013). Pinnell ve diğ. (2013) öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM eğitimiyle ilgili eğitim öncesinde Kaliteli STEM Eğitimi Çerçevesini (STEM Education Quality Framework) geliştirmişlerdir. Öğretmen ve öğretmen adaylarına bu modeli temel alarak bir eğitim düzenlemişlerdir. Bu eğitim ile öğretmenlerim mühendislik, inovasyon ve tasarım ile ilgili bilgilerinin arttırılması hedeflenmiş, öğretmenlerin farklı mühendislik dallarını tanımalarına imkân verecek öğrenme ortamları sunulmuştur. Pilot çalışmaya 10 öğretmen katılırken, beş tanede öğretmen adayı katılmıştır. Öğretmen, öğretmen adayı, mühendislik lisans öğrencisi, endüstriden temsilci ve mühendislik fakültesinden bir öğretim üyesi olacak şekilde gruplarda mühendislik ve tasarım etkinlikleri yapmışlardır. Altı haftalık projede öğretmen adaylarının özyeterlikleri Sorgulayarak Fen Bilgisi Öğretimi Ölçeği (Teaching Science Inquiry) ile öğretmenlerin ise Matematik Öğretimi Özyeterlik Ölçeği (Mathematics Teaching Efficacy and Beliefs Instrument), Fen Öğretimi Özyeterlik Ölçeği (Science Teaching Efficacy and Beliefs Instrument) ile özyeterliklerinin değişimi ön test ve son test olarak verilerek belirlenmiştir. Öğretmenler bir sonraki eğitim-öğretim yılında sınıfların da STEM eğitimini uygularken gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının fen bilimleri derslerinde STEM'i araştırma-sorgulama yaklaşımı ile öğretmeye karşı bir eğilimlerinin olduğu; öğretmenlerin ise matematik ve fen içeriklerinin öğretimiyle ilgili kendilerine güvendikleri görülmüştür. Ayrıca mühendis, mühendislik öğrencisi ve endüstri temsilci ile

çalışmak öğretmenlerin mühendislik ve tasarım temelli STEM uygulamalarını öğrenmelerinde, yeterliliklerini arttırmada etkili olduğu görülmüştür.

Hizmet içi eğitimlerin çoğu matematik ve fen alanlarına odaklanmaktadır (McDonald, 2016). Bunun sebebi de etkili ve başarılı bir STEM eğitimi ve STEM disiplinlerinin entegrasyonu öğretmenlerin bu disiplinlerle ilgili alan bilgilerine bağlıdır (Sanders, 2009). Eğer öğretmenin STEM disiplinleriyle ilgili alan bilgisi kısıtlı ise STEM alanlarıyla ilgili öğrenmesi gereken bilgiler konusunda umutsuzluğa kapılmaktadır (Nadelson ve diğ., 2013). Bu sebeple öğretmenlerin hem STEM alan bilgileri hem de STEM alanlarının entegrasyonunu nasıl yapacaklarına dair bilgilerini arttırabilecekleri, geliştirebilecekleri öğrenme ortamları sunulmalıdır (Roehrig ve diğ., 2012).

Hizmet içi eğitimler öğretmenlerin fen alan bilgisi, matematik alan bilgisi, fen ve matematik pedagojik alan bilgilerini geliştirmek için etkili bir yoldur (McDonald, 2016). Ayrıca teknoloji veya mühendislik odaklı hazırlanan hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisi ve tasarım tabanlı yaklaşımları öğrenmelerini, gelişmelerini de desteklemektedir (McDonald, 2016). STEM alanlarını konu alan hizmet içi eğitimler dışında STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanmasını sağlayan araştırma-sorgulama, argumantasyon, proje tabanlı öğrenme gibi pedagojik yaklaşımları konu alan hizmet içi eğitimlerde verilmektedir (Han ve diğ., 2015b; McDonald, 2016).

Han ve diğ. (2015a) öğretmenlerin Proje Tabanlı STEM Öğretimini (STEM Project Based Learning [STEM PBL]) sınıflarında nasıl uyguladıklarını tespit etmek amacıyla beş öğretmen ile bir durum çalışması yapmışlardır. Öğretmenler önce bir hizmet içi eğitime katılmışlardır. Öğretmenlerin Proje Tabanlı STEM etkinlikleri araştırmacılar tarafından gözlemlemiştir. Ders gözlemleri 50 dakika sürmüştür. Bunun dışında öğretmenler hazırladıkları ders planlarını ders öncesinde ve dersten sonra araştırmacılarla paylaşmışlardır. Öğretmenler ile maksimum 30 dakika süren yarı-yapılandırılmış görüşmelerde yapılmıştır. Görüşmelerde öğretmenlere STEM PBL ile ilgili ne düşündükleri, STEM PBL'in öğrenmeye olan etkisi, sınıflarında STEM PBL'i nasıl uyguladıkları ve öğrencilerin öğrenmelerini nasıl değerlendirdiklerini sormuşlardır. Araştırma sonucunda öğretmenler STEM PBL eğitimi için geleneksel öğrenme ortamlarından farklı öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğu belirtmiştir. STEM PBL öğrencilerin derse olan ilgilerini arttırmış ve kavram öğrenmelerini kolaylaştırmıştır. Öğretmenler STEM PBL'i gerçek yaşam ile matematik ve feni birleştirerek bir öğrenme ortamı yaratmak için kullanmışlardır. Öğretmenlerin rolü geleneksel sınıflardan

farklı olarak rehber, yol gösterendir. Öğretmenlerin çoğu bu araştırmaya dahil olmasalar STEM PAB'ı sınıflarında uygulamayacaklarını dile getirmiştir. Öğretmenlerin eğitim yaklaşımlarında değişiklik yaratmak için hizmet içi eğitimler sırasında düzenli olarak dönütler verilmesi önem arz etmektedir. Düzenli dönütler öğretmenlerin öğrendiklerini içselleştirmelerini ve uygulama deneyimleri kazanmaktadırlar. Öğretmenler STEM PBL'in uygulanmasıyla ilgili genel kavramları öğrenmelerine rağmen, anlama düzeyleri farklılık göstermektedir. Öğretmenlerin yeni eğitim yöntemleri ile ilgili inançları öğrenme düzeylerini etkilemektedir. Son olarak STEM PBL'in uygulanmasını öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri, motivasyonları, öz yeterlikleri ve başarı düzeyleri etkilemektedir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin çözümlenmesi, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, öğrenme süreci, araştırmacının çalışmadaki rolü ve tezin hazırlanması sürecinde dikkat edilen etik değerlere yer verilmiştir.

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

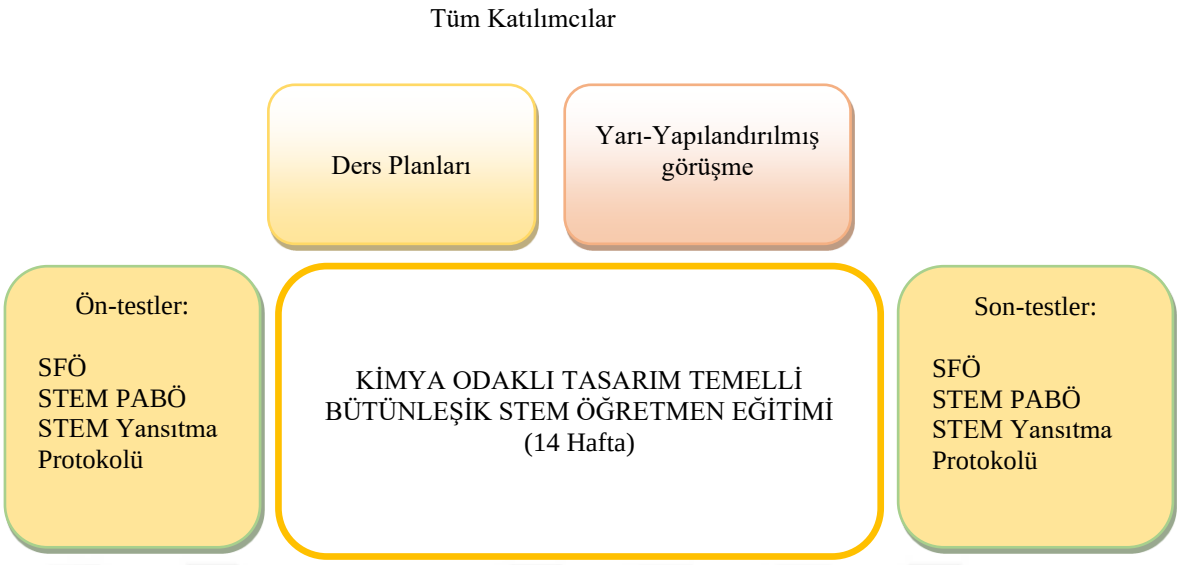
Öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM-PAB'larının belirlenebilmesi ve sürece bağımlı değişimlerinin derinlemesine incelenebilmesi karmaşık bir süreç olduğundan bu çalışmada nitel veya nicel yöntemler tek başına yeterli görülmemiş ve çalışma karma yöntem araştırması olarak planlanmıştır. Karma yöntem araştırmalarında nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte kullanılarak veriler toplanır ve analiz edilir. Böylece bu iki araştırma yönteminin güçlü yönleri birbirini destekleyecek şekilde bir durumun aydınlatılması sürecinde kullanılır (Boğdan ve Bilden, 2007; Creswell, 2003).

Karma yöntem araştırmaları nitel ve nicel yöntemlerin gelişmesine bağlı olarak farklı bakış açısı kazandırma amacıyla ortaya çıkmış bir paradigmadır (Creswell ve Plano Clark, 2015). Karma yöntemin yakınsayan paralel deseni (Convergent mixed methods) doğrultusunda yapılandırılan bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden fenomenolojik desen ve nicel araştırma desenlerinden "tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen" kullanılmıştır. Yakınsayan paralel desen, araştırma problemini kapsamlı olarak araştırabilmek için nitel ve nicel verilere eşit önceliğin verildiği, verilerin ayrı ayrı çözümlenerek yorumlama esnasında birleştirildiği süreci kapsamaktadır (Creswell ve Plano Clark, 2015). Nitel ve nicel yöntemlerin aynı anda kullanılmasının amacı, bu yöntemlerin birbirlerini destekleyen yanları ile örtüşmeyen yanlarını bir araya getirmektir. Bu çalışmada nicel veriler, öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM-PAB'larının eğitim öncesi ve sonrasındaki durumlarının belirlenebilmesi, nitel veriler ise belirtilen değişkenlerin süreç içinde değişimlerinin nasıl olduğunun incelenmesi amacıyla toplanmıştır.

Çalışmanın nitel kısmında nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji (olgubilim) deseni kullanılmıştır. Fenomenoloji bireylerin gündelik hayatta deneyimlediği olay, deneyim veya durum gibi olguları derinlemesine inceleyen, bireylerin olguları zihinlerinde nasıl

yapılandırdıklarını açığa çıkarmaya çalışan bir nitel araştırma türüdür (Creswell, 2015; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu çerçevede, bu araştırma ile fen bilimleri öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimini deneyimledikten sonra bütünleşik STEM modellerinde, ders planı hazırlama yeterliliklerinde, dolayısıyla STEM farkındalık ve STEM-PAB'larında meydana gelecek değişimlerin araştırılması hedeflendiğinden çalışma fenomenolojik desende yürütülmüştür.

Çalışmanın nicel kısmında "tek gruplu ön test-son test yarı deneysel desen" kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2007). Deneysel desen, değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisini belirlemek amacıyla tercih edilir (Gay ve Airasian, 2000). Deneysel çalışmalarda en az bir bağımsız değişkenin bir veya daha fazla bağımlı değişken üzerine etkileri incelenir (Gay ve Airasian, 2000). Tek gruplu ön test-son test deneysel desende bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisine tek bir grup üzerinden bakılır. Bu bağlamda, bu araştırma deseninde deney grubuna deney öncesinde ve sonrasında ölçüm araçları ön test ve son test olarak verilir (Creswell, 2012). Ön test ve son test ölçüm araçları arasında çıkan fark bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini anlamak için kullanılır. Bu araştırmada ön test-son test tek gruplu yarı deneysel desen, Kimya Odaklı Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına ve STEM-PAB'larına etkisini belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmanın bağımsız değişkeni Kimya Odaklı Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi iken, bağımlı değişkenler STEM farkındalığı ve öğretmen adaylarının STEM-PAB'larıdır. Tek gruplu ön test-son test deneysel desen zayıf bir desen olarak kabul edilse de, Creswell (2012) bir eğitim programının, müfredatının geliştirildiği ve uygulandığı çalışmalarda bu desenin kullanılabileceğini belirtmektedir. Çalışmanın nitel ve nicel verileri eş zamanlı olarak toplanmıştır. Nicel veri toplama araçları olan STEM-PAB Ölçeği ve STEM Farkındalık Ölçeği öğretmen adaylarına Kimya Odaklı Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Nitel veri toplama araçlarından STEM Yansıtma Protokolü öğretmen adaylarına dönemin ilk dersinde ve son dersinde uygulanmıştır. Diğer bir veri toplama aracı olan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve ders planı tasarımları eğitim süreci içinde gerçekleştirilmiştir. Görüşme soruları verileri, STEM yansıtma protokolü verileri ve öğretmen adaylarının ders planlarından elde edilen veriler analiz edilirken veri üçgenlemesi yapılmıştır. Çalışmanın, karma yöntem araştırma süreci Şekil 2.13'te özetlenmiştir:



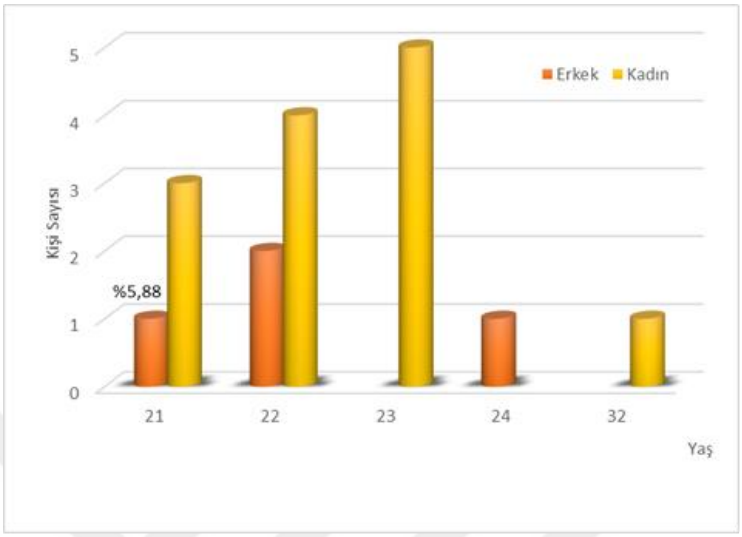
Şekil 3.1: Araştırmanın karma yöntem araştırma deseni.

3.2. ÇALIŞMA GRUBU

Araştırmanın çalışma grubunu, Marmara Bölgesinde bulunan bir devlet üniversitesinin Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda dördüncü sınıfa devam eden 17 fen bilimleri öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma için etik kurul onayı (E-74555795-050.01.04-29654) İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı'ndan ve uygulama izni ilgili (E-44949735-604.01.02-45241) Eğitim Fakültesi Dekanlığından alınmıştır. Çalışma grubunun seçilimi uygun örnekleme (convenient sampling) yöntemi ile yapılmıştır. Uygun örnekleme yönteminin seçilme nedeni zaman, para, iş gücü gibi sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay ulaşılabilir ve uygulama yapılabilir birimlerden seçilmesine imkan vermesindendir (Büyüköztürk ve diğ., 2014).

Çalışma, tasarım temelli teorik ve uygulamalı STEM eğitimine uygun bir ders olan ve sekizinci dönemde yer alan İlköğretimde Kimya Öğretimi dersi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu oluşturan öğretmen adayları STEM öğretmen eğitimine temel oluşturan Fizik, Kimya, Biyoloji, Matematik ve Bilgisayar derslerinin yanı sıra Eğitime Giriş, Eğitim Felsefesi, Eğitim Sosyolojisi, Eğitim Psikolojisi, Sınıf Yönetimi, Öğretim İlke ve Yöntemleri gibi pedagoji ve Fen Öğrenme ve Öğretim Yaklaşımları, Fen Öğretim Programları, Özel Öğretim Yöntemleri, Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı, Fen Laboratuvar Uygulamaları, Okul Deneyimi gibi pedagojik alan bilgisine yönelik dersleri almışlardır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının temel fen kavramlarını bildikleri, çeşitli öğretimsel yöntem, teknik ve stratejileri kullanarak ders planı hazırlamaya hakim oldukları, üç boyutlu ve dijital

materyaller tasarlamada yeterli oldukları düşünülerek dördüncü sınıf öğretmen adayları çalışma grubu olarak seçilmiştir. Katılımcıların demografik verilerine ilişkin bilgiler Şekil 3.2'te sunulmuştur.



Şekil 3.2: Katılımcıların demografik bilgileri.

Çalışmaya katılan erkek öğretmen adayları grubun %24'ünü (n=4), kadın öğretmen adayları ise %77'sini (n=13) oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının %23,5'ini (n=4) 21 yaşında olanlar, %35,3'ünü (n=6) 22 yaşında olanlar, %29,4'ünü (n=5) 23 yaşında olanlar, %5,9'unu (n=1) 24 yaşında olanlar ve %5,9'unu (n=1) 32 yaşında olanlar oluşturmaktadır.

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi boyunca fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM pedagojik alan bilgilerinin değişiminin incelenmesi amacıyla nicel ve nitel veri toplama kaynakları bir arada kullanılmıştır. Bu bağlamda araştırmada nicel veri toplama araçları olarak "STEM Farkındalık Ölçeği (SFÖ)" ve "STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (STEM-PABÖ)"; nitel veri toplama araçları olarak ise yarı-yapılandırılmış görüşmeler, STEM yansıtma protokolü ve öğretmen adayları tarafından geliştirilmiş ders planları kullanılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının alt problemlere göre dağılımı ve uygulama grupları Tablo 3.1'te özetlenmiştir.

Tablo 3.1: Veri toplama araçlarının alt problemlere göre dağılımı.

ALT PROBLEM	SFÖ	STEM-PABÖ	DERS PLANLARI	STEM YANSITMA PROTOKOLÜ	YARI-YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞMELER
1	✓			✓	✓
2		✓	✓	✓	✓
3			✓	✓	✓
4			✓	✓	✓

3.3.1. STEM-Farkındalık Ölçeği

Çalışmada, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını belirlemek amacıyla Kimya Odaklı Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi öncesinde ve sonrasında Çevik (2017) tarafından geliştirilen "FeTeMM Farkındalık Ölçeği" kullanılmıştır. 4 olumsuz ve 11 olumlu toplam 15 maddeden oluşan ölçek üç boyutludur. Ölçekteki 8., 9., 10. ve 14. maddeler olumsuz maddelerdir.

Alt boyutlar

1. Öğrenciye yönelik etkisi (1,2,3,4,5,6. Maddeler)
2. Derse yönelik etkisi (7,8,9,10,11. Maddeler)
3. Öğretmene yönelik etkisi (12,13,14,15. Maddeler) şeklindedir.

5'li Likert tipindeki ölçekte yer alan seçenekler ve olumlu maddeler için puan karşılıkları; kesinlikle katılmıyorum (1 puan), katılmıyorum (2 puan), kararsızım (3 puan), katılıyorum (4 puan), kesinlikle katılıyorum (5 puan) şeklindedir. Olumsuz maddeler için ters puanlama yapılmıştır. Çevik (2017) ölçeğin genel Cronbach's alpha güvenirlik katsayısını .82 olarak ve alt boyutları için ise. 81 (öğrenciye yönelik etkisi), .71 (derse yönelik etkisi), ve .70 (öğretmene yönelik etkisi) olarak belirlemiştir. Araştırmacıdan ölçeğin bu çalışmada kullanımıyla ilgili izin e-posta yolu ile alınmıştır (EK 15a). Ölçek Ek 1'de sunulmuştur.

Çevik (2017) tarafından geliştirilen orijinal ölçek ortaöğretim öğretmenlerine yöneliktir. Ancak fen bilimleri öğretmen adaylarının da geleceğin fen bilimleri öğretmenleri olacağı düşünüldüğünde, bu ölçeğin dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarında da kullanılabileceğine karar verilmiştir. Ölçeğin kapsam geçerliliği için STEM alanında araştırmalar yapan iki uzmandan ve fen eğitimi alanında çalışmalar yapan bir uzmandan ölçekteki maddelerin STEM alanında çalışacak olan fen bilimleri öğretmen adaylarına uygulanması için uygun olup olmadığı sorulmuştur ve uzmanlardan uygulanabilir yönünde olumlu cevap alınmıştır. Ayrıca ölçek farklı çalışmalarda fen bilimleri öğretmen adayları içinde

kullanılmıştır. Bu çalışmalarda ölçeğin genel Cronbach's alpha güvenirlik katsayısını .82 olarak ve alt boyutları için ise.81 (öğrenciye yönelik etkisi), .71 (derse yönelik etkisi), ve .70 (öğretmene yönelik etkisi) olarak belirlemiştir (Ata ve Çevik, 2020; Baran ve diğ., 2020; Koyunlu Ünlü ve Dere, 2019).

3.3.2. STEM-Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği

Çalışmada, öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgilerini belirlemek amacıyla Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesinde ve sonrasında Yıldırım ve Şahin (2018) geliştirilen STEM-Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (STEM-PABÖ) kullanılmıştır. 56 maddeden oluşan STEM-PAB ölçeğinin altı boyutu bulunmaktadır: 21 Yüzyıl Beceri Bilgisi (14 madde), Pedagojik Bilgi (12 madde), Matematik Bilgisi (8 madde), Fen Bilgisi (8 madde), Mühendislik Bilgisi (7 madde) ve Teknoloji Bilgisi (7 madde).

Alt boyutlar;

1. Pedagoji Bilgisi (1-12. maddeler)
2. Fen (13 - 20. maddeler)
3. Teknoloji (21 - 27. maddeler)
4. Mühendislik (28 - 34. maddeler)
5. Matematik (35 - 42. maddeler)
6. 21. yy. Becerileri (43 - 56. maddeler) şeklindedir.

5'li Likert tipindeki ölçekte yer alan seçenekler ve puan karşılıkları; kesinlikle katılmıyorum (1 puan), katılmıyorum (2 puan), kararsızım (3 puan), katılıyorum (4 puan), kesinlikle katılıyorum (5 puan) şeklindedir. Yıldırım ve Şahin (2018), ölçeğinin genel Cronbach's alpha güvenirlik katsayısını .95, alt boyutları için ise .90 (21. yüzyıl beceri bilgisi), .87 (pedagojik bilgisi), .85 (matematik bilgisi), .86 (fen bilgisi), .81 (mühendislik bilgisi) ve .78 (teknoloji bilgisi) olarak belirlemiştir. Araştırmacı ölçeğin geliştiren yazarlardan biridir. Bu sebeple ölçeğin kullanımıyla ilgili izin alınmamıştır. Ölçek EK 2'de sunulmuştur.

3.3.3. Nitel Veri Toplama Araçları

3.3.3.1. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu

Ders planları öğretmenlerin yöntem, teknik, etkinlik ve materyal seçme tercihlerini, bir konuyla ilgili algılarını, bilgilerini gösterdiğinden, bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarından, fen bilimleri dersi öğretim programındaki kimya kazanımlarına yönelik tasarım temelli STEM ders planları hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları, ders planlarını

araştırmanın birinci, altıncı ve onuncu haftalarında geliştirmişlerdir. Birinci hafta Kimya Odaklı Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi öncesinde, eğitimin altıncı haftasında teorik kısmı bitiminde ve iki modül ile STEM uygulamalarının yaptıktan sonra ders planı şablonuna dayalı olarak planlarını hazırlamışlardır.

Ders planı şablonu yapılandırılırken alanyazında kullanılan farklı ders planı örnekleri (Çorlu ve Çallı, 2017; Estepa ve Tank, 2017; Kim ve Bolger, 2017; Maiorca ve Mohr-Schroeder, 2020; Swift ve Watkins, 2004; Yıldırım, 2018a) incelenmiştir. Ders planı şablonu hazırlandıktan sonra bir fen eğitimcisinin görüşü alınmıştır, görüşler doğrultusunda şablona son şekli verilmiştir. Ders planı şablonunda bulunan bölümler şunlardır: Ünite adı, ders süresi, sınıf düzeyi, STEM kazanımları, ünite kavramları, güvenlik önlemleri, derste kullanılacak materyaller, araç-gereçler, kaynakça, ön bilgi, derse giriş, ders süreci ve değerlendirme.

Swift ve Watkins (2004)'e göre bir ders planı öğrencinin yaş aralığına ve sınıf düzeyine uygun olmalıdır. Bu sebeple ders planına sınıf düzeyi bölümü eklenmiştir. Derste planlanan öğrenme hedeflerine ulaşılması için yeterli zaman ayrılması gerektiğinden ders planına süre bölümü eklenmiştir (Ainley ve diğ., 2006). STEM eğitimi farklı disiplinlerin öğretim sürecinde bütünleşik olarak yer alması temeline dayandığından STEM disiplinleri ile ilgili kazanımların, 21. yy. becerileri ile ilgili kazanımların, çevresel ve eğitim ortamıyla ilgili bilgilendirmelerin, değerlendirme bölümünün, mühendislik tasarım sürecinin yer aldığı etkinlikler ders planına dahil edilmelidir (Basham ve Marino, 2013; Becker ve Park, 2011; Bybee, 2010; Çorlu ve Çallı, 2017; Dugger, 2010; Estepa ve Tank, 2017; Honey ve diğ., 2014; Kim ve Bolger, 2017; Maiorca ve Mohr-Schroeder, 2020; Yıldırım, 2018; Sanders, 2009; Swift ve Watkins, 2004). Ayrıca ders planı öğretmenin öğrenciye kazandırmak istediği hedef davranışları da içermelidir (Swift ve Watkins, 2004). Bu sebeple öğretmen adaylarından geliştirecekleri ders planına ünite ile ilgili kavramları yazmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının ünite ile ilgili kavramları belirlemeleri ders planı geliştirme sürecini kolaylaştıracaktır. Öğretmen adayları ders planında belirledikleri kavramlarla ilgili öğrencilerin ön bilgilerini yoklamalıdır (Ecevit ve Şimşek, 2017). Öğretmen adaylarının ön bilgileri ders planı geliştirme sürecinin başında belirlemeleri ders planı geliştirme sürecini kolaylaştıracağından ders planına ön bilgi bölümü eklenmiştir. Tasarım Temelli Ders Planı taslağı EK 4 olarak verilmiştir.

Öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme becerilerinin değişimini incelemek amacıyla araştırmacı tarafından "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu" geliştirilmiştir. Bu form Magnusson ve diğ. (1999) PAB modeli temel alınarak oluşturulmuştur. STEM PAB modeli Entegrasyon Bilgisi, STEM

Alan Bilgisi ve 21. yy. Becerileri Bilgisi boyutlarından oluşmaktadır. STEM PAB'ı etkileyen diğer unsurlar ise Öğrenci Bilgisi, Öğretim Programı Bilgisi, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler ve Ölçme Bilgisi'dir. Bu sebeple formda Öğrenci Bilgisi, Öğretim Programı Bilgisi, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler ve Ölçme Bilgisi öğeleriyle ilgili maddeler yer almaktadır. Formda Öğrenci Bilgisi ile ilgili maddeler 9. ve 10. maddeden oluşmaktadır. Öğretim Programı Bilgisi ile ilgili maddeler ise 1.,2., 3., 4., 5., 6., ve 7. maddedir. Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler'i oluşturan maddeler ise şunlardır: 8.,11., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 21., 22. Ölçme Bilgisi'yle ilgili maddeler ise 23. ve 24. maddedir. Formda değerlendirme için rakamlar kullanılarak puanlandırma yapılmıştır. Formda yer alan puanlar ve karşılıkları; ilgili madde boş bırakılmış veya hiç cevap vermemiş ise "0" puan, kısmen yetersiz ise "1 puan", kısmen yeterli ise "2 puan", yeterli ise "3 puan" şeklindedir. Değerlendirme formundan alınacak toplam puan 72'dir. Formda Öğrenci Bilgisi için alınacak toplam puan 6, Öğretim Programı Bilgisi için toplam puan 21, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler'i için alınacak toplam puan 39 ve Ölçme Bilgisi için alınacak toplam puan 6'dır. Tasarım Temelli STEM ders planı taslağında yer alan Ünite Adı, Ön Bilgi, Kaynakça gibi bölümler Öğrenci Bilgisi, Öğretim Programı Bilgisi, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler ve Ölçme Bilgisi öğeleriyle ilgili olmadığından puanlandırılmamıştır. Öğretmen adaylarının sahip olması gereken önbilgiler STEM alan bilgisiyle ilgili olduğundan ve Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu ile öğretmen adaylarının STEM PAB'larındaki değişimin belirlenmesi hedeflendiğinden ders planlarında verilen ön bilgiler puanlandırılmamıştır. Öğretmen adaylarına ders planı hazırlama sürecinde telif hakkı, fikri mülkiyet hakları, bilginin doğruluğu, gizliliği ve güvenliği gibi etik kurallara uyma durumları da ders planı geliştirme sürecinde hatırlatılmıştır. Ancak değerlendirilmeye alınmamıştır. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu EK 3 olarak verilmiştir.

3.3.3.2. STEM Yansıtma Protokolü

Fen bilimleri öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modellerini tespit etmek ve Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi sonrasında zihinlerindeki modellerde bir değişim olup olmadığını belirlemek amacıyla Ring ve diğ. (2017) tarafından fen bilimleri öğretmenleri için oluşturulan STEM Yansıtma Protokolü kullanılmıştır. Araştırmacıdan ölçeğin bu çalışmada kullanımıyla ilgili izin e-posta yolu ile alınmıştır (EK 15b). STEM Yansıtma Protokolü araştırmacı tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Bir fen

eğitimcisinden uzman görüşü alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Pilot uyguama için protokol, STEM eğitimi almış 4 kadın ve 1 erkek olmak üzere 5 fen bilimleri öğretmen adayına sunulmuş ve bütünleşik STEM modellerini çizmeleri istenmiştir. Çizimler esnasında öğretmen adaylarının soruları cevaplanmış, anlaşılmayan noktalar not edilmiştir. Pilot çalışma sonrasında protokolde gerekli değişimler yapılarak protokolün son hali oluşturulmuştur (EK 6).

Çizim tekniği eğitim araştırmalarında öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve zihinsel modellerini belirlemek amacıyla sıkça kullanılan bir tekniktir (Rennie and Jarvis, 1995). Ancak bu tekniğin eleştirildiği noktalar da bulunmaktadır. Çizim yeteneği iyi olmayan kişiler için bu teknik uygun bir teknik olmayabilir (Reinisch ve diğ., 2017). Ayrıca çizimler öğrencilerin kavram ile ilgili derin düşüncelerini belirlemede yetersiz kalabilmektedir (Boylan ve diğ., 1992). Bu sebeple çizim tekniğinin görüşme ve hikayeleştirme gibi yöntemlerle birlikte kullanılması önerilmektedir (Reinisch ve diğ., 2017). Bu protokolde de öğretmen adaylarından bütünleşik STEM yaklaşımı denildiğinde zihinlerinde oluşan modeli çizmeleri ve ardından çizimleriyle anlatmak istediklerini detaylıca açıklamaları istenmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının zihinsel modellerini daha iyi anlamak için öğretmen adayları ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. STEM Yansıtma Protokolü son test olarak verilirken "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi bütünleşik STEM eğitimi modelinizi etkiledi mi? Etkilediyse nasıl etkilediğini açıklayınız." şeklinde bir soru da eklenmiştir.

3.3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Bu araştırma, fen bilimleri öğretmen adaylarının bütünleşik STEM öğretmen eğitimi ile STEM modellerinin değişimini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Alanyazın taraması yapılarak 4 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır (Radloff ve Guzey, 2016; Ring ve diğ., 2017). Hazırlanan görüşme formu STEM eğitimi almış bir fen bilimleri öğretmenine, bir fen bilimleri öğretmen adayına ve fen eğitimi alanında bir akademisyene gönderilerek görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda bir soru çıkarılmış ve görüşme formu üç ayrı bölüme ayrılmıştır. Ayrıca görüşme sorularının açıklığı, uygunluğu, yeterliliği, ifade şekli incelenmiş ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Görüşme formunda öğretmen adaylarına STEM yansıtma protokolünde çizdikleri bütünleşik STEM modellerini açıklamalarını sağlayacak sorular sorulmuştur. Görüşme soruları Ek 5'te verilmiştir. Öğretmen adayları ile ön ve son görüşmeler Zoom programı üzerinden çevrimiçi ortamda gerçekleştirilmiştir. Görüşme kayıtları öğretmen

adaylarından izin alındıktan sonra başlatılmıştır. Zoom programı ile hem ses hem video kaydı alınırken görüşmelerin yapıldığı Dell Marka masaüstü bilgisayarda bulunan ses kaydetme programı (Voice Recorder) ile de sadece ses kaydı alınmıştır. Görüşmeler yaklaşık olarak 38 saat sürmüştür ve deşifre edilmiştir.

3.4. VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

3.4.1. Nicel Veri Analizi

Araştırmanın nicel verilerinin analizi için IBM SPSS v.20 (Statistical Package for Social Sciences), sosyal bilimleri için istatistik paket program kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verilerinin (SFÖ ve STEM-PABÖ) analizinde kullanılacak istatistiksel yöntemlere karar vermeden önce, ölçekten toplanan verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Normallik varsayımı sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek için her bir ölçümün histogram grafiklerine, çarpıklık katsayılarına bakılmıştır. Analizin ilk aşamasında, test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için; (1) Çarpıklık-Basıklık katsayıları (2) Shapiro Wilk testi (3) Histogram grafikleri incelenmiştir.

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine karar vermek için çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmiştir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının sınırları ise 2 ile +2 (George ve Mallery, 2018), -1.5 ile +1.5 (Pituch ve Stevens, 2016; Tabachnick ve Fidell, 2013) ve -1 ile +1 (Büyüköztürk ve diğ., 2014) olarak kabul edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğiyle ilgili daha fazla bilgi sahibi olmak için ise Shapiro-Wilk testi incelenmiştir.

Araştırmada örneklem sayısı 50'den az olduğu için (N=17) verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığını anlamak amacıyla Shapiro Wilk testi kullanılmıştır. Örneklem sayısının 50 üzeri olduğu durumlarda Kolmogorov Smirnov testinin kullanılması önerilirken, 50 ve altı olduğu durumlarda ise Shapiro Wilk" testinin kullanılmasını önerilmektedir (Kim, 2013; Büyüköztürk ve diğ., 2014). Testi yorumlarken ise p değeri 0,05'ten büyük ise normal dağılım gösterdiği, p değeri 0,05'ten küçük ise normal dağılım göstermediği şeklinde karar verilir (Büyüköztürk ve diğ., 2014; Field, 2005).

Çalışmanın verileri normallik varsayımını sağladığı için, öğretmen adaylarının ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı, parametrik testler ile belirlenmiştir. Çalışma grubundaki öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının değişimini bulmak için; SFÖ ölçeği ile elde edilen ön-test ve son-test puanlarının farklılık gösterip göstermediğine bağımlı gruplar t-testi ile 0.05 anlamlılık düzeyinde bakılmıştır. Benzer şekilde

araştırmanın ikinci problemi olan öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgileri değişimini tespit etmek STEM-PABÖ'den toplanan ön-test ve son-test puanlarının farklılık gösterip göstermediğine de bakılmıştır. Veriler normal dağılım gösterdiğinden bağımlı gruplar t-testi ile 0.05 anlamlılık düzeyinde bakılmıştır.

3.4.2. Nitel Veri Analizi

Nitel araştırmalarda görüşme transkriptleri, STEM Yansıtma Protokolü'ndeki çizimler, açıklamalar ve ders planları gibi farklı kaynaklardan veri toplandığından toplanan bu verilerin bulgular olarak sunulması için analiz esnasında düzenlenmesi, analiz birimlerine ayrılması, sentezlenmesi, önemli değişkenlerin belirlenmesi ve rapora yansıtılacak bilgilere karar verilmesi gerekmektedir (Bogdan ve Biklen, 2007; Miles ve Huberman, 2015). Nitel verilerin analizi esnasında araştırmacı verilerinin özelliklerini göz önünde bulundurmalı, var olan analiz yöntemlerini gözden geçirerek, kendi araştırmasına en uygun veri analiz planını yapmalıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Nitel veri analizi süreci araştırmanın yöntemi doğrultusunda değişmektedir. Ancak araştırmacılar çeşitli yaklaşımlar bağlamında farklı analiz türleri önermektedir: içerik analizi (Merriam, 2013; Strauss ve Corbin, 1990; Yıldırım ve Şimşek, 2011), betimsel analiz (Strauss ve Corbin, 1990; Yıldırım ve Şimşek, 2011), sürekli karşılaştırmalı analiz (Strauss ve Corbin, 1990), fenemonolojik analiz (Merriam, 2013) ve hikâye (anlatı) analizi (Gibbs, 2007; Merriam, 2013).

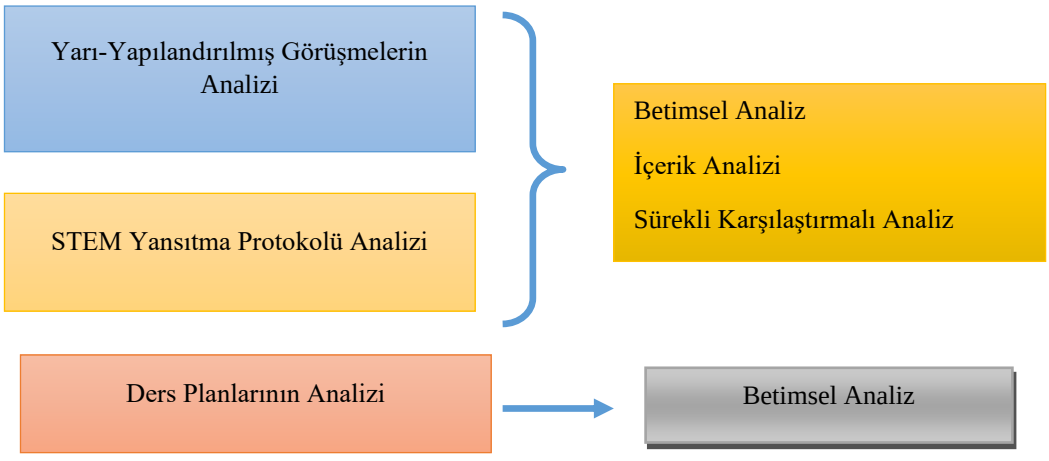
Bu araştırmada nitel verilerin analizi; içerik analizi, betimsel analiz ve sürekli karşılaştırmalı analiz ile yapılmıştır. İçerik analizi ile toplanan verileri açıklayacak kavramlara ulaşmak, kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya koymak ve verilerin içinde saklanan gerçeklerin belirlenmesi hedeflenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). İçerik analizi sırasında kavramsal çerçeve doğrultusunda önceden belirlenen kodlara, analiz esnasında ortaya çıkan yeni kodlar eklenmektedir ve bu kodlar arasındaki ilişkiler (tema) ile olgu veya kuram açıklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Betimsel analiz yönteminde ise veriler daha önceden belirlenmiş temalara göre yorumlanır, düzenlenir (Strauss ve Corbin, 2015). Yıldırım ve Şimşek (2011)'e göre içerik analizi 4 aşamada yapılmaktadır. İlk aşamada, kavramsal çerçeve doğrultusunda temalar oluşturulur, veri analizi için bir çerçeve çizilir. İkinci aşamada, veriler anlamlı bir şekilde düzenlenerek, belirlenen temalar ışığında veri ilişkilendirilmesi yapılır. Bu doğrultuda veriler de düzenlenir. Üçüncü aşamada ise, düzenlenen veriler tanımlanır. Dördüncü aşamada da bulgular açıklanır, bulgular arasındaki neden-sonuç ilişkileri incelenir, farklı olgular arasında karşılaştırmalar yapılır. Sürekli karşılaştırmalı veri analizinde ise veriler tümevarım

yöntemiyle kodlanır; araştırmacı veriler arasında geriye gidebilir ve kategorilerini sürekli karşılaştırarak oluşturabilir (Glaser ve Straus, 1967). Sürekli karşılaştırmalı veri analizi kategoriler arasında bağlantı kurmak, kategorileri ve kategorilerin özelliklerini birleştirmek için yapılır (Glaser ve Straus, 1967). Araştırmacı kodlama sürecine önce açık kodlama ile başlar. Her yeni veri ile karşılaştığında verinin nasıl uygun hale geleceğini ve ne anlama geldiğini sorgular. Araştırmacı her kategoriyi inceleyerek detaylı kategoriler oluşturur, kategoriler benzerlik ve farklılıklarına göre daraltılır, aralarındaki ilişkilere göre birleştirilir.

Araştırmada yarı-yapılandırılmış görüşmelerden, STEM Yansıtma Protokolü'nden ve dokümanlardan elde edilen nitel veriler araştırmacı tarafından oluşturan nitel veri analizi planına göre analiz edilmiştir. Görüşmelerden elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak, yazıya dökülmüştür. Sonrasında ise STEM Yansıtma Protokolü'ndeki öğretmen adaylarının STEM modelleriyle ilgili çizimleri, çizimlerle ilgili açıklamaları ve görüşmelerden elde edilen verilerden kodlar tümevarım ve tümden gelim yöntemi ile belirlenmiştir. Tümden gelim yönteminde Fogarty (1991), Bybee (2013), Ring ve diğ. (2017) ve Aydın-Günbatar ve diğ. (2021)'nın oluşturduğu kodlar kullanılmıştır. Tümevarım yaklaşımı kullanılırken ise yeni kodlar oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının STEM Yansıtma Protokolü'ndeki çizimleri, yazılı açıklamaları ve görüşme dökümanları karşılaştırılarak adayların nihai modellerine karar verilmiştir.

Öğretmen adayları ile yapılmış yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler araştırmacı tarafından tarafından bilgisayar ortamında yazıya dökülmüştür. STEM Yansıtma Protokolü çizimleri, yazılı açıklamalar ve görüşme kayıtları araştırmacı ve başka bir fen eğitimci tarafından dikkatlice incelenmiştir ve okunmuştur. Ardından iki araştırmacıda bağımsız olarak tüm verileri kodlamıştır. Ardından araştırmacıların oluşturdukları kodlar karşılaştırılmıştır, görüş birlikleri ve görüş ayrılıkları belirlenmiştir. İki araştırmacı öğretmen adaylarının STEM modelleri için aynı kodu kullanıyorsa görüş birliği, farklı kod kullanıyorlarsa görüş ayrılığının olduğu kabul edilmiştir. İki araştırmacı arasında görüş ayrılığı olan kodlarla ilgili görüşülmüş, görüş birliği sağlanamadığı durumlarda üçüncü bir uzmandan ayrı olarak görüş istenmiştir. Sonrasında kodlamaya son şekli verilmiştir. Aynı verinin farklı araştırmacılar tarafından okunup kod ve temaların oluşturulması, kod ve temalar arasında uzlaşı olup olmadığına bakılması veri analizinin güvenirliğini sağlamak açısından önemlidir (Merriam, 2013). Oluşturulan kodlar için güvenirlik hesaplaması Miles ve Huberman (1994)'ın formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısı; Görüş birliği/ (Görüş birliği+Görüş ayrılığı) x 100 formülü ile hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik katsayısı ön

testlerdeki çizimler için %82, açıklamalar için %82, ön görüşmeler için %94 olarak belirlenirken son testlerdeki çizimler için %94, açıklamalar için %84, son görüşmeler için ise %88 olarak belirlenmiştir. Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik katsayısı ön ve son testlerdeki çizimler, açıklamalar ve görüşmeler için % 80 ve üzerinde çıkması, araştırma için güvenilir olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994). Öğretmen adaylarının ilk, ikinci ve üçüncü ders planları Kimya Temalı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu ile puanlandırılmadan önce araştırmacı ve başka bir fen eğitimci tarafından incelenmiştir. Ders planları araştırmacı ve başka bir fen eğitimci tarafından puanlandırılmıştır. Araştırmacı ve fen eğitimci öğretmen adaylarının ders planlarını aynı rakamı kullanarak kodladıysa görüş birliği, farklı rakamı kullanarak kodladıysa görüş ayrılığının olduğu kabul edilmiştir. İki araştırmacı arasında görüş ayrılığı olan kodlarla ilgili fikir alışverişinde bulunulmuştur. Görüş birliği sağlanamadığı durumda ise farklı bir uzmandan görüş istenmiştirve kodlamalar son şekline getirilmiştir. Oluşturulan kodlar için güvenirlik hesaplaması Miles ve Huberman (1994)'ın formülü (Görüş birliği/ (Görüş birliği+Görüş ayrılığı) x 100) ile hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik katsayısı %91 olarak belirlenmiştir. Kodlayıcılar arasındaki güvenirlik katsayısının %80 ve üzerinde çıkması, mevcut araştırma için güvenilir olduğunu göstermektedir (Miles ve Huberman, 1994).Araştırmada toplanan nitel veriler ve analiz teknikleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Araştırmada toplanan nitel veriler ve analiz teknikleri.

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu" ile analiz edilmiştir (EK 3). Ders Planı Değerlendirme Formu geliştirilirken farklı araştırmacıların (Atmaca, 2006; Capobianco ve Rupp, 2014; Guzey ve diğ.,

2016; Stohlmann ve diğ., 2012; Quigley ve diğ., 2020) ders planı değerlendirme anahtarları incelenmiştir. Ancak bu değerlendirme anahtarları incelendiğinde Atmaca (2006)'nın rubriğinin fen bilimleri öğretmen adaylarının etkin öğrenme becerilerini değerlendirmek amacıyla; Quigley ve diğ. (2020)'nın rubriğinin ise ilkokul öğretmenlerinin STEAM eğitimini sınıflarında nasıl uyguladıklarını değerlendirmek amacıyla oluşturulduğu belirlenmiştir. Güzey ve diğ. (2016)'nin geliştirdiği Öğretim Programlarında STEM Entegrasyonunu Değerlendirme Aracı (STEM Integration Curriculum Assessment Tool) ise öğretmenlerin hazırladığı mühendislik öğretim programlarını analiz etmek amacıyla geliştirilmiştir. Değerlendirme formu dokuz bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler: motive edici ve ilgi çekici bağlam, mühendislik tasarımı, fen entegrasyonu, matematik entegrasyonu, öğretim stratejileri, takım çalışması, iletişim, değerlendirme ve müfredatın tasarlanmasıdır. Bu araştırma ile öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgilerinin değişimi araştırılmak istendiğinden, Güzey ve diğ. (2016) gibi sadece mühendislik pedagojik alan bilgisine değil, STEM disiplinlerinin hepsinin pedagojik alan bilgisi değerlendirilmek istenmektedir. Bu sebeple, Schulman (1986)'ın ve Yıldırım ve Şahin-Topalcengiz (2019)'in pedagojik alan bilgisi kavramsal çerçeveleri doğrultusunda bir değerlendirme formu geliştirilmiştir.

Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu öğretmen adayının ders planının hazırlık aşamasına yönelik yaptığı çalışmaların yeterliliğini ve ders süresince yeterliliği değrlendirilecektir. Değerlendirme işlemi sırasında öğretmen adayı boş bırakmış veya hiç cevap vermemiş ise "0" puan, öğretmen adayı yetersiz ise "1 puan", öğretmen adayı kısmen yeterli ise "2 puan", öğretmen adayı yeterli ise "3 puan" olacak şekilde bir sistem oluşturulmuştur. Değerlendirme formundan alınacak toplam puan 72'dir. Öğretmen adaylarının ders planları puanlandırıldıktan sonra aldıkları toplam puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığına IBM SPSS v.20 programı aracılığıyla bakılmıştır. Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarından alınan toplam puanların önce normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Sonrasında normallik dağılımı sağlanmadığından Friedman (2005) testi aynı grubun tekrarlı ölçümleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir. İkinci aşamda STEM PAB öğelerinin birinci, ikinci ve üçüncü ders planında ortalama değerlerinin farklılık gösterip göstermediğine bakılmıştır.

3.5. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİ MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ

3.5.1. İhtiyaç Analizi

Öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ile ilgili bilgi sahibi olmak ve STEM eğitimine yönelik ihtiyaç analizi yapmak için araştırmacı tarafından bir anket hazırlanmıştır. Anket pilot uygulama öncesinde 61 fen bilimleri öğretmen adayına Google doküman üzerinden gönderilmiştir. Anket 45 (2 erkek ve 43 kadın) gönüllü öğretmen adayı tarafından yanıtlanmıştır. Ankete verilen yanıtlar analiz edildikten sonra STEM öğretmen eğitimi kazanımları, içeriği, derste kullanılacak tüm materyaller hazırlanmış ve ders materyalleri yeniden gözden geçirilerek düzenlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından geliştirilen ankette 10 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Anket araştırmacılar tarafından oluşturulduktan sonra iki uzmandan (bir fen eğitimcisi ve bir STEM eğitimcisi) görüş alınmıştır. Uzmanların görüşleri doğrultusunda anket soruları yeniden düzenlenmiştir. Daha sonra, bu soruların işlerliğini tespit edebilmek amacıyla STEM eğitimi almış bir fen bilimleri öğretmen adayı soruları gönüllü olarak yanıtlamıştır. Öğretmen adayına Google doküman üzerinde hazırlanan sorular e-posta aracılığıyla gönderilmiştir. Öğretmen adaylarından gelen geri bildirimler ve verilen yanıtlar ile sorulan soruların tutarlı olup olmadığı araştırmacı ve bir fen eğitimcisi tarafından incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda anket sorularının istenen nitelikleri sağladığına ve STEM Eğitim Anketi'nin öğretmen adaylarına uygulanmasına yönelik karar verilmiştir. Öğretmen adaylarına verilen STEM Eğitim Anketi Ek 13 olarak sunulmuştur.

Açık uçlu sorulardan oluşan anketin verileri betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Ankete verilen yanıtlar araştırmacı ve bir fen eğitimcisi tarafından ayrı ayrı incelenmiştir. Yanıtlar için tema ve alt temalar oluşturulmuştur. Görüş birliği ve görüş ayrılığı olan temalar ve alt temalar belirlenmiştir. Görüş ayrılığı olan tema ve alt temalar ile ilgili görüş birliği sağlanana kadar tartışılmıştır. Öğretmen adayları Ö1, Ö2, Ö3,… şeklinde kodlanmıştır. Öğretmen adaylarının verdiği yanıtlar alıntılanırken bu kodlar kullanılmıştır.

Öğretmen adaylarına açık uçlu anket formunda sorulan 1. soru "STEM nedir? Bir veya birkaç cümle ile tanımlayınız." şeklindedir. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlara ilişkin analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Öğretmen adaylarının STEM'in tanımıyla ilgili görüşleri.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birlikte kullanıldığı bir öğrenme yaklaşımıdır.	16
STEM; fen, teknoloji, mühendislik, matematik alanlarının kısaltmasıdır.	8
Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbirine entegre edilerek gündelik hayattan problemlerin seçildiği eğitimdir.	15
STEM; öğrencilerin ezberden kaçmasını sağlayan yöntemdir.	3
STEM; fen, teknoloji, mühendislik, matematik etkinlikleridir.	1
STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının ön planda olduğu bir öğrenme stratejisidir.	1
STEM; 21. yy. becerilerinin kazandırılmasının hedeflendiği çağdaş bir eğitim yöntemidir.	1

Tablo 3.2 incelendiğinde öğretmen adaylarının farklı STEM tanımlarının olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının bazıları STEM' i yöntem olarak tanımlarken, bazıları teknik, strateji veya STEM disiplinlerinin etkinleri olarak tanımlamaktadır. Bu soruya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

> *STEM; Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematiğin birbirine entegre edilerek gündelik hayattan problemlerin derse yedirilerek eğitim verilmesidir. (Ö8)*
>
> *STEM; teknoloji ve mühendislik alanlarından faydalanarak fen ve matematik derslerini etkili öğretmek için kullanılan bir yöntemdir. (Ö1)*
>
> *STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbiriyle entegre edilerek kullanıldığı bir eğitim metodudur. (Ö12)*
>
> *STEM; Bilim, teknoloji, mühendislik, matematiği içeren etkinliklerdir. (Ö7)*
>
> *STEM; Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik alanlarının kısaltmasıdır. (Ö31)*

Öğretmen adayları kendilerine yöneltilen "STEM entegrasyonu nedir? Sizce nasıl yapılmalıdır? Açıklayınız." sorusuna verdikleri yanıtlar ise Tablo 3.3'te sunulmuştur:

Tablo 3.3: Öğretmen adaylarının STEM entegrasyonu ile ilgili görüşleri.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM entegrasyonunun ne olduğunu bilmiyorum.	11
STEM öğretim modeli hangi ders için kullanılacaksa o dersin öğretim programına uyarlanmasıdır.	9
STEM alanlarının birbirine ve bu alanlar dışındaki diğer alanlara entegre edilmesidir.	19
STEM entegrasyonu fen alanına diğer alanların dahil edilmesidir.	5

Tablo 3.4 (devam): Öğretmen adaylarının STEM entegrasyonu ile ilgili görüşleri.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
Bir konunun bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanları ile ilişkilendirilerek konunun bireylerde anlamlandırılması ve derinlemesine öğrenilmesini sağlamaktır.	1

Tablo 3.3 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM entegrasyonuna yönelik farklı görüşlerinin olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu (19) STEM entegrasyonunu; STEM disiplinlerinin ve bu disiplinler dışında kalan diğer alanların entegre edilerek öğretilmesi şeklinde tanımladığı görülmektedir. Bazı öğretmen adayları (5) ise fen alanlarına diğer disiplinlerin dahil edilmesi olarak tanımlarken, bazı öğretmen adayları da (9) STEM eğitiminin herhangi bir derse uyarlanması şeklinde ifade etmişlerdir. Bir öğretmen adayı STEM entegrasyonun tematik olarak yapılacağını belirtmiştir. 11 öğretmen adayı ise STEM entegrasyonunun ne olduğunu ve nasıl yapılacağını bilmediklerini dile getirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının tamamı STEM entegrasyonun nasıl yapılacağını açıklamamışlardır. Öğretmen adaylarının bazılarının görüşleri aşağıda sunulmuştur:

> *Bir konunun bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanları ile ilişkilendirilerek konunun bireylerde anlamlandırılması ve derinlemesine öğrenilmesini sağlamaktır. (Ö15)*
>
> *STEM entegrasyonu net bilmiyorum. (Ö8)*
>
> *STEM yaklaşımının kullanılacak olan derse uyarlaması denilebilir. (Ö39)*
>
> *STEM alanlarının birbirine ve diğer alanlara entegre edilmesidir. (Ö6)*

Öğretmen adaylarına alan entegrasyonu ile bilmek istedikleri sorulduğunda adayların alan entegrasyonu ile ilgili farklı unsurları merak ettikleri belirlenmiştir. Tablo 3.4'te bu unsurlar özetlenmiştir.

Tablo 3.5: Öğretmen adaylarının alan entegrasyonu ile ilgili merak ettikleri unsurlar.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
Temaya göre STEM entegrasyonu	1
Fen derslerine STEM disiplinlerin entegrasyonu	14
Alan entegrasyonu yapılarak ders planı hazırlama.	1
Alan entegrasyonu yapılırken değerlendirme yöntemlerinin kullanımı ve değerlendirme araçlarının geliştirilmesi.	1
Alan entegrasyonunu merak etmiyorum.	7
Alan entegrasyonu nedir? Aşamaları nelerdir? Nasıl yapılır?	6
Mühendislik uygulamaları fen bilimleri dersinde nasıl gerçekleştirilir? Mühendislik nedir? Mühendislik tasarımı nedir?	3
Alan entegrasyonu ile ilgili ne merak etmem gerektiğini bilmiyorum.	3

Tablo 3.6 (devam): Öğretmen adaylarının alan entegrasyonu ile ilgili merak ettikleri unsurlar.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM alanlarının entegre edildiği bir öğrenme ortamı nasıl olmalıdır?	1
Her konu farklı alanlar entegre edilerek öğretilir mi?	6
Alan entegrasyonu için ne tür etkinlikler, materyaller tasarlanmalıdır?	1
Alan entegrasyonu esnasında zaman yönetimi	1

Tablo 3.4 incelendiğinde öğretmen adaylarının alan entegrasyonunun ne olduğunu merak ettikleri, alan entegrasyonu yaparken materyal seçimi ve sınıflarda zaman yönetimi ile ilgili sorularının olduğu görülmektedir. Ayrıca bazı öğretmen adayları alan entegrasyonu ile ilgili ne öğrenmek istediklerini bilmediklerini dile getirirken, bazı öğretmen adayları da bu konuda bilgi edinmek istemediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları mühendislik ve mühendislik tasarım sürecini de bilmediklerini öğrenmek istediklerini söylemişlerdir. Ayrıca STEM disiplinlerini entegre ederek ders planı hazırlamayı, ölçme değerlendirme aracı geliştirmeyi merak eden öğretmen adayları da bulunmaktadır. Bir tema seçerek alan entegrasyonunun nasıl yapılacağını merak eden, soyut konuların yoğunlukta olduğu kimya konularında farklı disiplinlerin nasıl entegre edileceği merak eden öğretmen adayları da vardır. Öğretmen adaylarının görüşlerinden örnek ifadeler aşağıda verilmiştir:

STEM'i Fen alanına nasıl entegre edebilirim? (Ö40)

STEM her ortamda uygulanabilir mi? (Ö39)

Mühendislik nedir? Mühendislik alan entegrasyonunun olmazsa olmazı mıdır? (Ö33)

Alan entegrasyonun ne anlama geldiğini, neyi bilmem gerektiğini bilmiyorum. (Ö43)

Kimya ve biyoloji konularında soyut kavramlar var. Bu konularda alan entegrasyonu nasıl yaparım bilmek isterdim? Hangi adımları izleyerek entegrasyon yapmalıyım? Soyut konuları öğretirken ürün çıkmazsa alan entegrasyonu yapmış olur muyum? (Ö26)

Fen Bilimleri öğretmeni STEM'i derslerine nasıl entegre edebilir? STEM yaklaşımı kullanılarak fen bilimleri ders planı nasıl yapılır? STEM ders planı hazırlanırken öğretmen hangi adımları izlemelidir? (Ö15)

Öğretmen adaylarına sınıflarında STEM eğitimini uygulama kararını nasıl alacakları sorulmuştur. Sorulan soruya ilişkin bulgular Tablo 3.5'te verilmiştir.

Tablo 3.7: Öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulama kararlarını etkileyen öğeler.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM eğitimi ile ilgili bilgi, beceri ve donanıma sahip olma durumu	6
Konu ve kazanımlara faktörleri	11
Fiziki koşullar (sınıf ortamı, araç-gereçler, teknolojik alt yapısı	10
Öğrencilerle ilgili faktörler (hazır bulunuşluk düzeyleri, ön bilgi, ilgi, tutum, öğrenci düzeyi, yaş, sosyoekonomik düzeyleri)	15
Veli beklentisi	1
Meslektaşlarla iş birliği ve iletişim	2

Öğretmen adaylarının STEM eğitimini kullanma kararlarını etkileyen farklı faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler; öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili yeterli bilgi, beceri ve donanıma sahip olma durumları, öğretilmesi planlanan konu ve kazanımların STEM eğitimi uygulamaya elverişli olup olmaması, okul ve sınıfın teknolojik alt yapısı, sınıf ortamı, öğrenci mevcudu, okulda var olan materyal durumu, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri, ön bilgileri, öğrencilerin derse karşı olan tutum ve ilgileri, sınıf düzeyi, velilerin öğretmenlerden beklentileri, öğrencilerin sosyoekonomik durumları, diğer branşlardan öğretmenlerle olan iletişim ve işbirliği içinde çalışabilme durumu. Öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin görüşleri aşağıda verilmiştir:

> *STEM'e tam anlamıyla hâkim olduğuma ve öğrencilerime bu alan da derste rehberlik yapabileceğime inandığım zaman uygulamaya karar veririm (Ö37).*
>
> *Konunun içeriğine ve kazanıma göre karar veririm. Her konu STEM ile verilemeyebilir (Ö3).*
>
> *Öğrencilerin ön bilgilerine, ilgi ve tutumlarına bakarak karar veririm (Ö15).*
>
> *Sınıfın teknolojik alt yapısına ve okulun materyallerine göre karar verebilirim. Bu materyallerin öğrencinin tedarik edebileceği türden olup olmaması da karar vermemde önemli rol oynar (Ö40).*
>
> *Velilerin tutumları, sosyal ve ekonomik durumlarını göz önünde bulundurularak karar verirdim (Ö19).*
>
> *Öncelikle diğer hocalarla iletişimde olmam gerekiyor ve onlardan da destek alacağımı düşünüyorsam yapmaya başlayabilirim. Çünkü STEM iş birliği gerektirmekte (Ö28).*

Öğretmen adaylarına fen bilimleri öğretmeni olarak STEM eğitimini nasıl ve niçin kullanacakları sorulmuştur. Öğretmen adaylarının görüşleri Tablo 3.6'da özetlenmiştir.

Tablo 3.8: Öğretmen adaylarının STEM eğitimini kullanma şekilleri ve amaçları.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
Öğrencilerin fen kavramlarını kendilerinin yapılandırıp, derinlemesine öğrenmelerini sağlamak için kullanırım.	11
STEM eğitiminin nasıl ve hangi amaçlarla kullanılacağını bilmiyorum.	13
Öğrencilerin becerilerini (yaratıcılık, hayal gücü, problem çözme, yeniliklere ayak uydurma, araştırma ve sorgulama becerileri, iş birliği, özgüven, eleştirel düşünme, liderlik, analitik düşünme gibi) geliştirmek için kullanırım.	13
Fen derslerine ilgiyi arttırmak için STEM' i kullanırım.	2
Mühendislik becerilerini kazandırmak için kullanırım.	1
Proje yapmak için kullanırım.	1
Feni günlük hayatla ilişkilendirip, fen becerilerini arttırmak için kullanırım.	2

Tablo 3.6 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimini hangi amaçla kullanacaklarına dair farklı yanıtlar verdikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu STEM eğitimini öğrencilerin bilgiyi kendilerinin yapılandırması ve derinlemesine öğrenmeyi sağlamak için kullanacaklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının çoğu öğrencilerin 21. yy. becerilerini geliştirmek için de STEM eğitimini kullanacaklarını söylemişlerdir. Öğretmen adaylarından STEM eğitiminin nasıl ve hangi amaçla kullanılacağını bilmeyen adayları da mevcuttur. STEM eğitiminin proje yapmaya imkân verdiğini, öğrencilerin mühendislik becerilerini geliştireceğini de dile getiren öğretmen adayları olmuştur. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlar analiz edildiğinde adayların STEM eğitimini hangi amaçla kullanacaklarına yönelik yanıtlar verdikleri görülmektedir. Ancak adaylar STEM eğitimini nasıl kullanacaklarına dair ifadeler belirtmemişlerdir. Öğretmen adaylarından örnek görüşler aşağıda verilmiştir:

> *STEM'i ortaya bir proje çıkarmak için kullanılacağını düşünüyorum (Ö22).*
>
> *Günlük yaşam problemlerine yönelik durumlar için mühendislik becerilerinin kazandırılmasını temel alarak uygun konularda kullanırım (Ö27).*
>
> *STEM'i öğrencilerin bilgiyi ve kavramları daha kalıcı öğrenmeleri, diğer alanlarla ilişkilerini fark edip bilgi ve kavramları öğrenirken bu şekilde organize etmeleri için kullanırım (Ö46).*
>
> *STEM'in nasıl uygulandığı kafamda net oturmadı ve bununla ilgili hiç ders planı hazırlamadım. O yüzden bu soruya net yanıt veremiyorum. Neden uygulardım sorusu için öğrencilere eleştirel, analitik düşünme becerisi daha*

doğrusu 21.yy. becerileri kazandırma amaçlı uygulama yapmak isterim (Ö28).

STEM'i sayısal dersleri daha etkili ve kalıcı bir şekilde öğretmek, öğrencilerin fen dersine olan ilgilerini artırmak için kullanırım. Okulun teknolojik olanakları varsa robotik çalışmaları yaparım. STEM'i daha etkili bir şekilde kullanırım (Ö44).

Öğretmen adaylarına sorulan bir diğer soru "Öğretmenliğe başladığınızda STEM'i sınıflarınızda kullanmak ister misiniz? Cevabınız 'Evet' ise neden kullanmak istersiniz? Cevabınız 'Hayır' ise neden kullanmak istemezsiniz?" şeklindedir. Bu soruya ilişkin veriler Tablo 3.7'da özetlenmiştir.

Tablo 3.9: Öğretmen adaylarının profesyonel yaşamda STEM' i kullanma veya kullanmama gerekçeleri.

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM eğitimiyle ilgili yetkinlik	7
Aktif öğrenmeye imkân verir.	14
Öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini (eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği, girişkenlik, üretkenlik gibi) geliştirmek.	12
STEM alanlarına ilgilerini arttırmak.	4
Öğrenci başarısını arttırmak.	1
Okulun fiziki koşulları ve destek görmek.	1
Alanlar arası ilişkilendirmeyi öğretmek.	6

Öğretmen adayları profesyonel öğretmenlik hayatına geçtiklerinde STEM eğitimini kullanmak istediklerini belirtmişlerdir (Tablo 3.7). Öğretmen adaylarının çoğu STEM eğitimi ile ilgili yeterli bilgi, beceri ve deneyimlere sahip olduktan sonra STEM eğitimini kullanacaklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları STEM eğitiminin öğrencilere bilgiyi yapılandırmalarına olanak verdiğini, bu sebeple de kullanılabileceğini söylemişlerdir. Son olarak da öğretmen adaylarının bazılarına göre STEM eğitimi alanlar arası ilişkilendirmeyi öğreteceğini için ve öğrenci başarısını arttıracağı için STEM eğitimini kullanılabilir. Bir öğretmen adayı ise STEM eğitiminin etkili olduğunu ancak okulun fiziki koşullarının ve okul yönetiminden göreceği desteğin STEM eğitimini kullanma kararını etkileyeceğini cevabını vermiştir. Öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin örnek görüşleri aşağıda verilmiştir:

Hayır. Çünkü bu konuda yeterince bilgili değilim. Yeterli bilgiye sahip olduktan sonra neden olmasın (Ö6).

Evet. Uygun yapıya sahip bir okulsa ve müdürüm destekliyorsa yapmak isterim (Ö23).

Evet. Öncelikle öğrencilerimin yaratıcı düşüncelerini ortaya çıkarmak için kullanırım, herkes aynı resme bakıp farklı yorumlar. Özgün ve yaratıcı düşüncelerini, çözümlerini merak ederim ve bunu da STEM' i kullanarak yapabilirim. Öğrencilerimi yaşadığı çağa göre yetiştirmek yani 21. yüzyıl becerilerini kazandırmak için kullanırım (Ö32).

Evet isterim. Öğrenciler bu alana hitap eden konularda STEM le daha başarılı olabilir, bu alanlara ilgileri artabilir ve eğlenebilirler (Ö3).

Evet. Öğrencilerimin başarısını arttırmak amaçlı kullanmak isterim (Ö28).

Kullanmak isterim çünkü bizim alanımız olan fen sadece tek başına işlenmesi yeterli olabilecek bir alan değil teknoloji, mühendislik ve matematik ile iç içe, ilişkili olan bir alan. Öğrenciler neyin ne ile bağlı olduğunu öğrenir (Ö17).

Öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili bilgi sahibi olmak istedikleri konuları belirlemek amacıyla adaylara şu soru yöneltilmiştir: "Sizce STEM ile ilgili bir eğitimde neler öğretilmelidir? STEM ile ilgili aklınızda sorular var mı? Varsa ne tür sorulara yanıt bulmak istersiniz?" Öğretmen adaylarının bu soruya ilişkin görüşleri Tablo 3.8'de sunulmuştur.

Tablo 3.10: Öğretmen adaylarının STEM eğitimi ile ilgili öğrenmek istedikleri konular

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM entegrasyonu	14
Materyal ve etkinlik tasarlama	6
Ders planı geliştirme	6
STEM öğretmeni özellikleri	1
STEM eğitiminin özellikleri ve geçmişi	12
STEM öğrenme ortamının özellikleri	2
Mühendislik ve mühendislik tasarım süreci	4

Tablo 3.8 incelendiğinde öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili farklı konular hakkında bilgi edinmek istedikleri anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının öğrenmek istedikleri konular şunlardır: (1) STEM disiplinlerinin entegrasyonu nasıl yapılır? Alanları ilişkilendirirken nelere dikkat edilmelidir? (2) STEM eğitimine uygun bir etkinlik veya ders materyali nasıl tasarlanır? Ucuz malzemelerle ne tur materyaller hazırlanabilir? (3) STEM öğrenme ortamları nasıl olmalıdır? (4) STEM öğretmeni kimdir? Özellikleri nelerdir? (5) Mühendislik nedir? Mühendislik tasarım süreci nedir? STEM eğitimi için mühendislik gerekli midir? (6) STEM eğitiminin özellikleri nelerdir? Neden ihtiyaç duyulmuştur? Nasıl ortaya çıkmıştır? (7) STEM ders planı nasıl hazırlanır? Her konu ve kazanım için ders planı

hazırlanabilir mi? Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlardan örnekler aşağıda verilmiştir:

> *STEM ile ilgili şöyle bir soru sormak istiyorum. STEM eğitimi oluşturulurken bireylerin gelişmelere ayak uydurabilecekleri öğrenme ortamı ne gibi özellikler barındırmaları gerekir? (Ö21)*
>
> *Benim daha çok zorlandığım özellikle "mühendislik becerilerini STEM etkinliği hazırlarken nasıl entegre etmeliyim?" sorusuna yanıt bulmak (Ö32).*
>
> *STEM yaklaşımının ne olduğu, nerden ortaya çıktığı, bu yaklaşımı neden kullanmamız gerektiği ve nasıl kullanacağımız öğretilmelidir (Ö24).*
>
> *STEM'i derslerine entegre etmek isteyen bir öğretmende bulunması gereken özellikler nelerdir? (Ö13)*
>
> *STEM'i nasıl derslere entegre edebiliriz? (Ö22)*
>
> *STEM ders planlamasının nasıl yapılması gerektiği, STEM planlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken noktaların ne olduğu gibi konular öğretilmelidir (Ö10).*
>
> *STEM ile ilgili bir eğitimde, eğer bu eğitim öğretmenlere, özellikle fen bilimleri öğretmenlerine verilecek bir eğitim ise, eğitimde daha çok gelecek zamanlarda sınıfta uygulayabileceğimiz, şartlar elverişli olmasa bile en az malzemeler ile nasıl uygulamalar yapabileceğimiz konuşulabilir. Çünkü biliyoruz ki hepimiz laboratuvarlı, malzemeler açısından her imkâna sahip okullarda görev yapmayabiliriz. Ben de bunun için bize verilecek eğitimde her türlü okul şartları göz önüne alınarak her ortama uygun STEM etkinlik ve materyallerinin nasıl geliştirileceğinin öğretilmesinin kendi açımdan doğru olduğunu düşünüyorum (Ö35).*

Öğretmen adaylarına "Kendinizi bir ortaokul öğrencisi olarak düşündüğünüzde size fen öğretmeninizin STEM ile ilgili neler öğretmesini istersiniz? Öğretmeninizin STEM sınıfı nasıl olur, neye benzer?" şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Öğretmen adaylarının bu soruyla ilgili görüşleri Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.11: STEM öğrenme ortamı özellikleri ve öğrenci beklentilerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
STEM alt yapı ve donanımının sağlandığı öğrenme ortamı	15
Demokratik öğrenme ortamı	4
Aktif öğrenme ortamı	18

Tablo 3.12 (devam): STEM öğrenme ortamı özellikleri ve öğrenci beklentilerine ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri

ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ	FREKANS
Mühendislik öğrenme	6
Alan ilişkilendirme	2

Öğretmen adaylarına STEM sınıflarında ne öğrenmek istedikleri sorulduğunda gündelik hayat problemlerini STEM alanlarıyla ilişkilendirmeyi, bu alanları birlikte kullanma becerisi kazanarak bu problemlere çözüm bulmayı istedikleri, mühendislik ve mühendislik tasarım sürecini deneyimleyecekleri etkinlik yapmak istediklerini ve materyal tasarlamak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları STEM sınıflarında farklı teknolojik araçların bulunduğu, öğrencilerin bireysel ve grup olarak çalışmasına imkân veren, herkesin birbirinin fikrine saygı gösterdiği, eleştirebildiği, öğrencinin aktif olduğu, bilgiyi kendisinin yapılandırdığı bir öğrenme ortamı tanımlamışlardır. Öğretmen adayları öğrencilerin mühendislik ile ilgili konuları ve farklı alanların birbiriyle nasıl ilişkili olacağını öğrenmek isteyeceklerini belirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının çoğunun STEM öğrenme ortamıyla ilgili soruyu yanıtlarken, öğrencilerin öğrenmek isteyecekleri konularla ilgili yanıt vermedikleri belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının örnek yanıtları aşağıda verilmiştir. Bunlar:

> *Kendimizi öğrencilerimizin yerlerine koyalım hiçbirimiz saatlerce hiç motivasyonunu kaybetmeden sadece anlatıp tahtaya yazan bir öğretmeni dinlemek istemeyiz. Bu bir süre sonra çok sıkıcı olmaya başlar. Ben öğrencinin yerinde olsaydım, Fen dersinde anlatılan konunun, günlük yaşamdaki somut örnekleri ile konuyu bağdaştırmak isterdim. Günlük yaşamdaki problemlere çözüm üretip, kendi ellerimle ürün hazırlayarak o probleme çözmek isterdim (Ö35).*
>
> *Daha çok robotikle birleştirip farklı makineler tasarlamayı öğrenmek isterdim (Ö36).*
>
> *STEM sınıfında öğrencilerin özgürce materyal kullanabildiği, araştırma yapabildiği, fikirlerini söyleyebildiği bir laboratuvar olacağını düşünüyorum (Ö34).*
>
> *STEM sınıfı farklı öğrenme köşeleri olan, öğrencilerin iş birliği içinde çalışmaya elverişli bir sınıf olmalıdır. Ayrıca öğrencilerin tasarımlarını üretmek içinde bir üretim laboratuvarı, burada da gerekli araç gereçleri olmalıdır (Ö13).*

Öğretmen adaylarına öğrencilik hayatları boyunca STEM eğitimi alıp almadıkları ve STEM eğitim süreleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu STEM eğitimi almadıklarını belirtmişlerdir. Ancak bazı öğretmen adayları STEM ile ilgili TÜBİTAK projelerine katıldıklarını, çalıştaylara katıldıklarını, STEM zirvesine katıldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca özel öğretim dersinde STEM' den bahsedildiğini belirten öğretmen adayları da olmuştur. Aşağıdaki Tablo 3.10'da bu soruya ilişkin bulgular özetlenmiştir.

Tablo 3.13: Öğretmen adaylarının STEM eğitimi alma oranları

STEM EĞİTİMİ ALMA DURUMU	FREKANS
Eğitim aldım	6
Eğitim almadım	39

Öğretmen adaylarının yanıtlarından örnekler aşağıda verilmiştir:

STEM ile ilgili bir eğitim almadım (Ö15).

STEM ile ilgili UNESCO ve MEKTEBİM Uluslararası STEM Eğitim Zirvesi programına katıldı. Burada STEM projeleri ve ders konularına entegrasyonu hakkında kısa süreli eğitime dahil oldum. Bu eğitim yaklaşık 1 ay sürdü (Ö21).

Evet aldım. Kırıkkale Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir TÜBİTAK projesinde beş günlük bir STEM ve Arduino programlama eğitimine katıldım (Ö33).

Evet aldım. Ama çok verimli olduğunu söyleyemem. Kocaeli Bilim Merkezinde Ganime Aydın hocamızdan almıştım. Çalıştay iki, iki buçuk saat kadar sürmüştü (Ö27).

Bilimsel araştırma yöntemleri dersinde STEM' in adı geçti ve hocamız sadece adının açılımını yaptı. Bir başka ders ise özel öğretim yöntemleri 1 idi. Bu derste bir STEM etkinliği oluşturmamız istendi. STEM ile fazla bir açıklama yapılmadı (Ö20).

Öğretmen adaylarına sorulan son soru ise "STEM eğitiminden beklentileriniz nedir?" şeklindedir. Bu soruya ilişkin bulgular Tablo 3.11'de özetlenmiştir.

Tablo 3.14: Öğretmen adaylarının STEM eğitiminden beklentileri.

BEKLENTİLER	FREKANS
STEM alanlarına ilgiyi arttırmak	1
STEM okur-yazarlığını arttırmak	2
Alan entegrasyonu yapabilme becerisi kazanmak	9
STEM pedagojik alan bilgisi kazanmak	33

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminden beklentileri incelendiğinde adayların STEM eğitimini etkili bir şekilde sınıflarında uygulayabilmek için ders planı hazırlama, materyal ve etkinlik hazırlama, STEM alanlarının entegrasyonunun nasıl yapılacağını öğrenme gibi beklentilerinin olduğu görülmektedir. Bunun yanında öğretmen adayları öğrencilere STEM alanında okur-yazarlık becerisi kazandırmayı, öğrencilerin bu alanlara olan ilgisini de arttırmak istemektedir. Öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri yanıtlardan örnekler aşağıda sunulmuştur:

> *Öğrencilerin yaratıcılık ve merak duygularını ön plana çıkararak onları STEM alanında projeler tasarlamaya teşvik ettirmek. Öğrencilerin bu alanlara olan ilgi ve merak duygularını arttırmak (Ö44).*
>
> *STEM eğitiminden beklentim, ileride çalışacağım yerlerdeki öğrencilerimi güncel hiçbir eğitim yaklaşımında mahrum bırakmamak. Bu eğitimde öğreneceğim bilgilerle onları daha bilinçli ve yaratıcı bireyler sahibi yetiştirmek istiyorum. STEM alanında bir şey okuduklarında, haber gördüklerinde fikir yürütmelerini, yanlış bilgiyi bulabilmelerini isterim (Ö35).*
>
> *STEM ile ilgili daha ayrıntılı bilgiler edinmek ve fen konularına nasıl entegre edileceği hakkında bilgi almak, STEM'i hangi fen konularında ve nasıl kullanabileceğimi öğrenmek (Ö17).*
>
> *STEM'i tam olarak öğrenip, öğretmen olunca da elimden geldiğince ders planlarına yansıtarak, materyaller geliştirerek öğrencilerin etkili ve kalıcı öğrenimlerini sağlayabilmek (Ö19).*

Öğretmen adaylarına STEM eğitimiyle ilgili verilen bu anket ile öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik bir eğitimden beklentileri ve STEM eğitimiyle ilgili görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Ankete katılan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu STEM eğitimi almamıştır. STEM eğitimiyle ilgili derinlemesine bilgi sahibi de değillerdir. Öğretmen adaylarının çoğu STEM'i tanımlayabilmekte; ancak STEM eğitiminin nasıl yapılacağını,

STEM alanlarının nasıl entegre edileceğini, STEM'e yönelik ders planı, materyal ve etkinlik hazırlamayı da bilmemektedirler. Ayrıca, öğretmen adayları mühendislik ve teknoloji alanları ile ilgili bilgi eksikliklerinin olduğunu da ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgi ve merak duygularını arttıracağını düşünmektedirler. Ayrıca STEM eğitimleri ile öğrencilerin STEM okur-yazarlığının geliştirilebileceğini düşünen öğretmen adayı da mevcuttur. Öğretmen adaylarına bir STEM sınıfının nasıl olması gerektiği sorulduğunda ise adaylar STEM sınıfının bireysel ve grup çalışmasına imkan veren teknolojik araç gereçlerin olduğu, farklı materyallerin bulunduğu, hareket ettirilebilir mobilyaların olduğu bir sınıf tasvir etmektedirler. Öğretmen adaylarına bir STEM eğitiminden beklentileri sorulduğunda ise adaylar alan entegrasyonun ne olduğunu, nasıl yapılacağını öğrenmek istediklerini belirtmektedirler. Ayrıca adaylar STEM ve teknoloji gibi alanlarla ilgili bilgilerini arttırmak, STEM pedagojik alan bilgilerini (ders planı hazırlayabilme, ölçme değerlendirme aracı geliştirebilme gibi) geliştirmek istediklerini vurgulamaktadırlar.

3.5.2. Pilot Çalışma

2019-2020 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde, İlköğretimde Kimya Öğretimi dersinde, dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının katılımıyla Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin ön uygulaması gerçekleştirilmiştir. İhtiyaç analizi sonuçlarına dayalı olarak STEM öğretmen eğitim kazanımları, içeriği ve derste kullanılacak tüm materyaller hazırlanmıştır.

Uygulama yüz yüze eğitim (5 hafta) ile başlamıştır. Ancak, COVİD-19 pandemisinin başlamasıyla ani bir şekilde uzaktan eğitime başlanmış ve çevrimiçi Zoom platformu (9 hafta) üzerinden eğitimler devam ettirilmiştir. Derse 61 öğrenci (56 kadın ve 5 erkek) katılım göstermiştir. Pilot çalışmada dersler araştırmacı ve danışman öğretim üyesi tarafından yürütülmüştür. Her hafta ders sonrasında öğretmen adaylarından gelen dönütler, talepler, araştırmacı ve danışman öğretim üyesinin önerileri not edilmiştir. Araştırmacı pilot uygulama sürecindeki gerekli düzenlemeleri yaparak, uygulama sürecinde dikkat edilmesi, değiştirilip düzenlenmesi gereken hususları belirlemiştir. Pilot çalışma sürecinde belirlenen STEM öğretmen eğitimi kazanımları ve ders içeriği Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.15: Pilot çalışmada izlenen süreç.

HAFTA	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
1	• Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin yürütülmesine dair bilgi sahibi olur. • Kimya derslerinde kavram yanılgılarının nasıl belirlendiğini bilir. • Kimya ile ilgili kavram yanılgılarını içeren bir ders planının nasıl hazırlanacağını bilir.	• Ders izlencesinin tanıtılması • İhtiyaç analizi formu • Ders Planı örneklerinin incelenmesi • Kavram yanılgılarının belirlenmesi ve giderilmesi ile ilgili sınıf içi tartışmaları • Sanal sınıf (Google Classroom) oluşturulması
2	• STEM eğitiminin ne olduğunu bilir. • STEM eğitiminin tarihsel gelişimini bilir. • Türkiye'de STEM eğitimiyle ilgili yapılan değişimleri bilir. • Eğitim reformlarında STEM eğitimine neden vurgu yapıldığını bilir. • STEM okur-yazarlığını tanımlar. • Farklı STEM okuryazarlığı tanımlarını bilir. • 21. yüzyıl becerilerini bilir. • 21. yüzyıl becerilerine sahip öğrenci yetiştirmenin önemini açıklar.	• STEM Nedir? STEM eğitimi gerekli midir? STEM eğitimi fen derslerine nasıl entegre edilir? • STEM Eğitiminin tarihsel gelişimi • STEM okur yazarlığı nedir? Neden önemlidir? • Haftalık akademik okumaların ve bu okumalarla ilgili hazırlanacak raporun tanıtılması
3	• Maker hareketinin ne olduğunu bilir. • Maker öğrenme ortamlarının özelliklerini bilir. • Kodlamanın ne olduğunu bilir. • Programlama ve kodlama eğitimlerinin amaçlarını bilir. • Kodlama ve programlamanın avantajlarını söyler. • Yaygın kullanılan kodlama platformlarını bilir. • Biyomimikrinin ne olduğunu bilir. • Biyomimikri tasarımlarının özelliklerini bilir. • Biyomimikri tasarımlarına örnekler verir.	• Robotik, kodlama, biyomimikri ve maker hareketi ile ilgili sınıf içi tartışmaları • STEM eğitiminde maker hareketi nasıl kullanılabilir? • Farklı kodlama platformlarının (Scratch gibi) tanıtımı • Kodlama öğretilmesinin amacı, avantajları ve dezavantajları nedir? • Biyomomikrinin STEM'de kullanımı, örnek ders planlarının tanıtımı
4	• Farklı disiplinlerin entegrasyonuna yönelik yaklaşımları (disipliner, multidisipliner, disiplinlerarası, transdisipliner) bilir. • STEM eğitim modellerini (içerik ve bağlam entegrasyonu) bilir. • Mühendisliğin ne olduğunu bilir. • Mühendislik ve fen disiplinleri arasındaki farkları söyler.	• Disiplin entegrasrasyonuyla ilgili yaklaşımlar, örnek modüller • Mühendis kimdir? Mühendis ne yapar? Mühendisler olmazsa ne olurdu? Bilim ve mühendislik arasında fark var mıdır? Varsa nelerdir?
5	• Mühendislik tasarım süreciyle ilgili basamakları bilir. • Mühendislik tasarımıyla ilgili farklı modelleri bilir. • Bir tasarım etkinliğinin nasıl geliştirileceğini bilir.	• Mühendislik tasarım süreci, farklı örnekler

Tablo 3.16 (devam): Pilot çalışmada izlenen süreç.

HAFTA	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
6	• Proje tabanlı STEM öğretiminin ne olduğunu bilir. • Proje tabanlı öğrenmenin STEM eğitiminde kullanılmasının avantajlarını bilir. • Proje tabanlı STEM ders planlarının özelliklerini bilir. • Probleme dayalı STEM öğretiminin ne olduğu bilir. • Probleme dayalı STEM ders planlarının özelliklerini bilir. • Probleme dayalı STEM öğrenme ortamının nasıl tasarlanacağını bilir. • STEM SOS modelinin özelliklerini bilir. • STEM SOS modelleri öğrenme ortamları (Seviye 1, Seviye 2, Seviye 3) arasındaki farklılıkları bilir.	• STEM'de proje tabanlı öğrenme, problem tabanlı öğrenme ve STEM-SOS modeli, örnek ders planları ve etkinlikler
7	• Tasarım temelli öğrenmenin ne olduğunu bilir. • Tasarım temelli öğrenmeyle ilgili farklı modelleri bilir. • Tasarım temelli ders planlarının özelliklerini bilir. • 5E öğrenme modelinin aşamalarını bilir. • 5E'ye uygun STEM ders planının nasıl hazırlanacağını bilir. • Bağlam temelli öğrenmenin ne olduğunu bilir. • Bağlam temelli öğrenmenin temel ilkelerini bilir. • Bağlam temelli STEM sınıfının özelliklerini bilir.	• STEM'de tasarım temelli öğrenme, 5E ve bağlam temelli öğrenme, örnek ders planları ve etkinlikler
8	• STEM eğitiminin doğasına uygun olarak ölçme-değerlendirme araçlarının nasıl tasarlanacağını bilir. • Nitelikli bir STEM eğitiminde ölçme-değerlendirmenin özelliklerini bilir. • Alternatif değerlendirmenin özelliklerini bilir.	• STEM'de ölçme değerlendirme yöntemleri, örnek ölçme araçları
9	• Kimya konularının neden STEM eğitimiyle öğretilmesi gerektiğini açıklar. • Entegrasyon modellerinden kimya konularının öğretimine uygun modeli seçebilir.	• Farklı entegrasyon modellerine yönelik örnek ders planları • Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM ders planı geliştirme • Akademik kaynaklara dayanan bilimsel rapor hazırlığı
10	• Bilimsel kaynaklara dayanarak etik kuralları göz önünde bulundurarak rapor yazar.	• Rapor teslimi (bireysel çalışma), Ara sınav haftası
11	• STEM ders planının nasıl hazırlanacağını bilir. • STEM ders planlarının güçlü ve zayıf yönlerini belirler.	• STEM ders planları • Kimya kavramlarının belirlenmesi, STEM ders planı geliştirme (bireysel çalışma)
12	• Kimya ile ilgili STEM ders planlarını inceler.	• Öğretmen adaylarının STEM ders planlarının gösterimi ve tartışılması
13	• Kimya ile ilgili STEM ders planlarını inceler.	• Öğretmen adaylarının STEM ders planlarının gösterimi ve tartışılması
14	• Kimya ile ilgili STEM ders planlarını inceler.	• Öğretmen adaylarının STEM ders planlarının gösterimi ve tartışılması

Pilot çalışma sürecince öğretmen adaylarına STEM eğitimiyle ilgili teorik bilgi ağırlıklı bir ders içeriği takip edilmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları araştırmacı tarafından geliştirilen bir rubrik ile değerlendirilerek geri bildirimlerde bulunulmuştur. Öğretmen adaylarının ders planlarıyla ilgili bulgular Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tablo 3.17: Öğretmen adaylarının ders planlarının değerlendirilmesi.

KRİTER	KRİTERLERİ KARŞILAYAN DERS PLANI SAYISI
Öğrenci düzeyine uygun kazanım yazımı	55
Anlaşılır kazanım yazımı	58
Doğru gerçek yaşam örneğinin seçimi	34
Bilimsel bilginin doğru aktarımı	46
STEM disiplinlerinin dördünün ders planına dahil edilmesi	2
STEM disiplinlerinin dördüyle ilgili kavramların öğretimi	3
Ders etkinliklerinin detaylı açıklanması	54
Ön bilgilerin, kavram yanılgılarının belirlenmesi	56
Alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme yaklaşımlarının birlikte kullanımı	12

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planları incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunun fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini kapsayacak şekilde kazanımlarını yazdıkları görülmektedir. Ancak bazı öğretmen adaylarının teknoloji ile ilgili kazanımlar yazarken "Bilgisayarda konuyla ilgili araştırma yapar." şeklinde kazanımı sıkça kullandıkları belirlemiştir. Öğretmen adayları ders planlarında farklı ürünler tasarlamalarına rağmen teknolojiyle ilgili kazanımları yazarken bu ürünlerin teknolojik boyutuyla ilgili kazanımları ders planlarına dahil etmemişlerdir. Dolayısıyla öğretmen adaylarının teknoloji disipliniyle ilgili kazanımları yazarken zorlandıkları sonucu çıkarılabilir. Öğretmen adayları MEB kazanımlarından teknoloji boyutuyla ilgili kazanımları doğru seçebilmektedirler. Ancak adaylar bireysel olarak teknoloji kazanımı yazmakta zorlanmaktadırlar.

Öğretmen adaylarının bazıları kazanımlarını yazarken üst sınıf ve/veya alt sınıf kazanımlarını ders planlarına dahil etmişlerdir. Öğretmen adaylarının ders planları incelendiğinde adayların çoğunun ders planına çok fazla kazanım yazdıkları görülmektedir. Ders planında belirlenen ders süresi ve kazanım sayısı karşılaştırıldığında bu iki durumun uyuşmadığı görülmektedir. Öğretmen adaylarına derste öğretecekleri kavram kadar kazanım yazmaları doğrultusunda geri bildirimlerde bulunulmuştur.

Öğretmen adaylarının bir kısmı derslerinde kullanacakları örnek olayları seçerken gerçek hayattan örnekler seçmişlerdir ve gazete, dergi haberlerini kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının bir kısmı da kendisi senaryo/örnek olay durumları yazmıştır. Ancak her iki durumu

da kullanan öğretmen adayları incelendiğinde öğrencilerin dikkatini ve ilgisi çekecek örnek olaylar/senaryolar/haberler seçemedikleri belirlenmiştir. Bu sebeple öğretmen adaylarına öğrenme senaryolarını oluştururken, örnek olayları seçerken öğrencilerinin de dikkatini çekecek durumları seçmeleri yönünde geri bildirimler verilmiştir.

Öğretmen adayları derste öğretecekleri bilimsel kavramları herhangi bir kavram yanılgısına sebep olmayacak şekilde ders planlarında açıklamışlardır. Ancak öğretmen adaylarının ders planlarında daha çok kimya ile ilgili kazanımların öğretimine odaklandıkları belirlenmiştir. Öğretmen adayları kimya kazanımlarının öğretiminden sonra mühendislik kazanımlarının öğretilmesine odaklanırken; matematik ve teknoloji disiplinleri ile ilgili kazanımların öğretimini ihmal etmişlerdir. Bu sebeple öğretmen adaylarının dikkati dört disiplinin kazanımlarının öğretiminin önemine çekilmiştir ve bu doğrultuda öğretmen adaylarına geri bildirimler verilmiştir.

Öğretmen adayları ders planlarında dersin işleyişini detaylı bir şekilde açıklamıştır ve öğrencilerin ön bilgilerinin yoklanma yöntemleriyle ilgili detaylı açıklamalar yapmışlardır. Öğretmen adaylarının ders planlarına dahil ettikleri ölçme değerlendirme araçları incelendiğinde adayların çoğunun geleneksel ölçme değerlendirme yaklaşımlarını kullandıkları görülmüştür. Alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımını benimseyen öğretmen adaylarının ise daha çok rubrikleri kullandıkları belirlenmiştir. Ancak hazırlanan rubrikler çok genel rubriklerdir. Öğretmen adaylarına ölçmek istedikleri hedef davranışları belirlemeleri, bu doğrultuda özelleştirilmiş rubrik yazmaları önerilmiştir. Bunun dışında öğretmen adaylarına ders süresince ve ders sonunda yapacakları değerlendirmelerle ilgili daha detaylı planlama yapmaları da önerilmiştir.

Öğretmen adaylarına verilen haftalık kazanımlarla ilgili akademik okumalar adayların STEM eğitimiyle ilgili kavram ve konuları daha iyi öğrendikleri, içselleştirdikleri gözlenmiştir. Öğretmen adayları öğrenen olarak mühendislik tasarım sürecini, STEM uygulamalarını bireysel veya grup içinde deneyimlememiştir. Adaylara “Su Filtresi Tasarlıyorum” modülü tanıtılmıştır, su filtresinin tasarlanması sürecine değinilmiştir. Ancak adaylar bireysel ve/veya grup ile beraber su filtresi tasarlamamışlardır. Bu durumun öğretmen adaylarının ders planı geliştirme sürecini etkilediği düşünülmektedir. Öğretmen adaylarından haftalık akademik okumalarını içeren bilimsel bir rapor hazırlanması istenmiştir. Bu amaçla öğretmen adaylarına yönlendirici sorulara verilmiştir. Adaylar bilimsel raporlarını bu doğrultuda hazırlamışlardır. Ancak öğretmen adaylarının eleştirel bir bakış açısıyla akademik okumaları bilimsel raporlarına dahil etmede zorlandıkları gözlenmiştir.

3.5.2.1. Pilot Çalışma Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar

- Pilot çalışma kapsamında gerçekleştirilen ders yüz yüze başlamıştır; ancak pandemi nedeniyle çevrimiçi olarak yürütülmüştür. Derse devam zorunluluğunun ortadan kaldırılması, internet ve bilgisayara ulaşmada yaşanan zorluklar ve bazı öğrencilerin pandemiden olumsuz etkilenmesi nedeniyle çevrimiçi zoom platformu üzerinden gerçekleştirilen derslere öğrencilerin düzenli katılımı sağlanamamıştır.
- Öğrenciler çevrimiçi ortamlarda ders yürütülmesine aşina olmadığından Zoom üzerinden gerçekleştirilen çevrim içi derslere ve asenkron olarak ders dışı zamanlarda çevrimiçi sınıfta, Google Classroom'da, gerçekleştirilen tartışmalara etkin katılım sağlamamıştır. Tartışmalara düzenli ve aktif katılan öğrenci sayısı sınıf mevcuduna göre oldukça sınırlı kalmıştır.
- Uzaktan eğitim ile derslerin yürütülmesine ani bir şekilde geçiş yapılması öğretmen adaylarının öğrenme sürecine uyumunu zorlaştırmıştır.
- Uzaktan eğitim sürecinde öğretmen adaylarının derse olan ilgileri azaldığı ve motivasyonlarının düştüğü gözlenmiştir. Örneğin, önceki dönemlerde derslere sürekli aktif katılım sağlayan öğretmen adaylarının derse katılım sağlamada daha isteksizdirler.
- Öğretmen adaylarından bazılarının yakınları veya kendileri pandemi sürecinde enfekte olmuştur. Bu durum öğrencilerin derse katılımlarını ve akademik başarılarını olumsuz yönde etkilemiştir.
- Öğretmen adaylarının bazıları bulundukları yerleşim bölgesi, ekonomik nedenler ve uygun ev ortamı olmaması gibi nedenlerden dolayı derslere düzenli katılım sağlayamamıştır.
- İnternet erişim sorunu nedeniyle derse düzenli katılmayan öğretmen adayları bulunmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları ders kapsamında hazırlamaları gereken ders planlarını geliştirme sürecinde, çevrim içi tartışma forumlarına düzenli katılma ile ilgili ve akademik okumalara erişim konusunda da sorun yaşamışlardır.
- Bilgisayar, tablet gibi internete bağlanmayı sağlayan teknik malzeme eksikliği yaşayan öğretmen adayları mevcuttur. Bu durum öğretmen adaylarının derse katılımlarını, ders planı geliştirmelerini, çevrim içi sınıf tartışmalarına katılımlarını olumsuz yönde etkilemiştir.
- Ders esnasında öğretmen adayları zaman zaman akranları ile iletişim kurma sorunu yaşamışlardır. Ayrıca, öğretmen adayları ve araştırmacı arasında da iletişim problemleri

olmuştur. Yüz yüze eğitime kıyasla sınıf içi iletişim sağlanmasında zorluklar yaşanmıştır.

- Öğretmen adaylarının derse katılımı zorunlu tutulmasına rağmen, ders esnasında video ve mikrofon açma zorunluluğu getirilmemiştir. Bu durum öğretmen adaylarının derste aktif bulunmamalarına neden olmuştur. Örneğin, bazı öğretmen adayları Zoom üzerinden derse katılım sağlamalarına rağmen, bilgisayar başında dersi dersi takip etmedikleri belirlenmiştir. Bu durum, öğretmen adaylarına dersin bittiği söylenmesine rağmen, oturumdan çıkmayıp 15-20 dakika daha zoom oturumunda kalan öğretmen adaylarının olduğu gözlemlendikten sonra anlaşılmıştır.
- Öğretmen adaylarının çoğu pandemi sebebiyle anksiyete, stres, mevcut durum gibi duygu durumları ile baş etmekte zorlanmışladır. Bu durum öğretmen adaylarının ders motivasyonunu, derse olan ilgilerini, derse katılımlarını etkilemiştir. Ders esnasında zaman zaman öğrenciler ile mevcut durum ile ilgili rahatlatıcı konuşmalar yapılmıştır.
- Öğretmen adaylarından ders planı geliştirmeleri istenmiştir. Ancak, öğretmen adaylarının çoğu ders planlarını kendileri geliştirmemişlerdir. Özellikle BAUSTEM gibi farklı web sitelerinde bulunan hazır ders planlarını kendi geliştirdikleri planlar olarak göndermişlerdir. Öğretmen adayları, telif hakları, telif hakları ihlalleri, etik ve etik ihlalleri konularında derste bilgilendirilmelerine rağmen etik ihlaller yapmışlardır. Bu konuyla ilgili öğretmen adaylarına gerekli uyarılar yapılmıştır, etik ihlalinin disiplin suçu olduğu hatırlatılmıştır.
- Öğretmen adaylarının bazıları evde geçirdikleri sürede ev işleri, kardeşe bakma, tarla işleri gibi farklı sorumluluklarının olduklarını belirtmişlerdir. Bu durum, öğretmen adaylarının derse olan ilgilerini, dersle ilgili ödevlerinin teslimini ve derse katılımlarını etkilemiştir.
- Araştırmacı çevrimiçi öğrenme ortamlarından olan Zoom'u ile ilk kez pandemi döneminde kullanmıştır. Acil uzaktan eğitime geçiş ile araştırmacı zoom platformunun özelliklerini hızlı bir şekilde öğrenmiştir. Ancak ilk dersinde zoom platformu ile ilgili yeterli dijital yetkinliğe sahip olmadığından, bu durumun dersin verimliliğini etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.

3.5.2.2. Pilot Çalışma Sonrasında Öğretim Programında Yapılan Değişiklikler

1. Pilot çalışmanın ilk haftasında öğretmen adaylarının önceki yıllarda öğrendikleri kavram öğretimi, kavram yanılgısı gibi konulara değinilerek, katılımcılardan kimya

odaklı bir ders planı hazırlamaları istenmiştir. Ancak, öğretmen adaylarının bu konularda yeterli deneyim ve bilgi sahibi oldukları kanaatine varıldığı için asıl uygulamada bu konuya yer verilmemesine karar verilmiştir.

2. "STEM nedir?", " STEM'in tarihsel gelişimi", "STEM okuryazarlığı", "21. Yüzyıl Becerileri" başlıkları ile ilgili öğretmen adayları pilot çalışma uygulama öncesinde bilgi sahibi değillerdir. Akademik okumalarla birlikte öğretmen adaylarının ders sonunda STEM'i tanımladıkları, 21. yy. becerileri ile ilgili genel bilgi sahibi oldukları, STEM okur-yazarlığını tanımladıkları ve önemini söylebildikleri, STEM eğitim tarihini öğrendikleri belirlenmiştir. STEM eğitimini uygulayacak olan geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adayları için bu konunun öğrenilmesi gerekmektedir. Bu sebeple gerçek uygulamada da yer verilmesine karar verilmiştir .
3. STEM eğitiminde yaygın olarak kullanılan robotik, kodlama, maker hareketi, biyomimikri konularına pilot uygulamada değinilmiştir. Ancak, teorik ders yoğunluğunu azaltmak ve uygulamaya yeterli süre verebilmek amacıyla asıl uygulamada belirtilen konuların olmamasına ve öğretmen adaylarının öğrenen olarak STEM'i deneyimlemelerinin STEM entegrasyonunu anlamaları açısından daha faydalı olacağına karar verilmiştir.
4. STEM disiplinlerinin entegrasyonu, mühendislik tasarım süreci gibi konularda öğretmen adayları bilgi sahibi değildir. Akademik okumalarla birlikte öğretmen adaylarının bu konuları öğrendikleri belirlenmiş, asıl uygulamada da ilgili konuların ele alınmasına karar verilmiştir.
5. Pilot uygulama süresince STEM eğitiminde kullanılan farklı yöntem ve tekniklere (5E, STEM-SOS, proje tabanlı STME, problem tabanlı STEM, bağlam temelli STEM, tasarım temelli STEM gibi) değinilmiştir, örnek ders planları sunulmuştur. Farklı yöntem ve teknikleri öğretmek yerine derste bir yönteme odaklanmanın, öğretim programının bu yönteme göre tasarlanmasının daha uygun olacağına karar verilmiştir. Bu durumun, öğretmen adaylarının STEM'i zihinlerinde yapılandırlamalarını kolaylaştıracağı, kendi STEM modellerini zihinlerinde daha iyi yapılandıracakları, fen eğitimiyle ilgili pedagojik derslerde önceki yıllarda öğrenmedikleri, aşina olmadıkları Tasarım Temelli STEM'e odaklanmanın faydalı olacağı düşüncesiyle tasarım temelli STEM'in ele alınmasına karar verilmiştir.

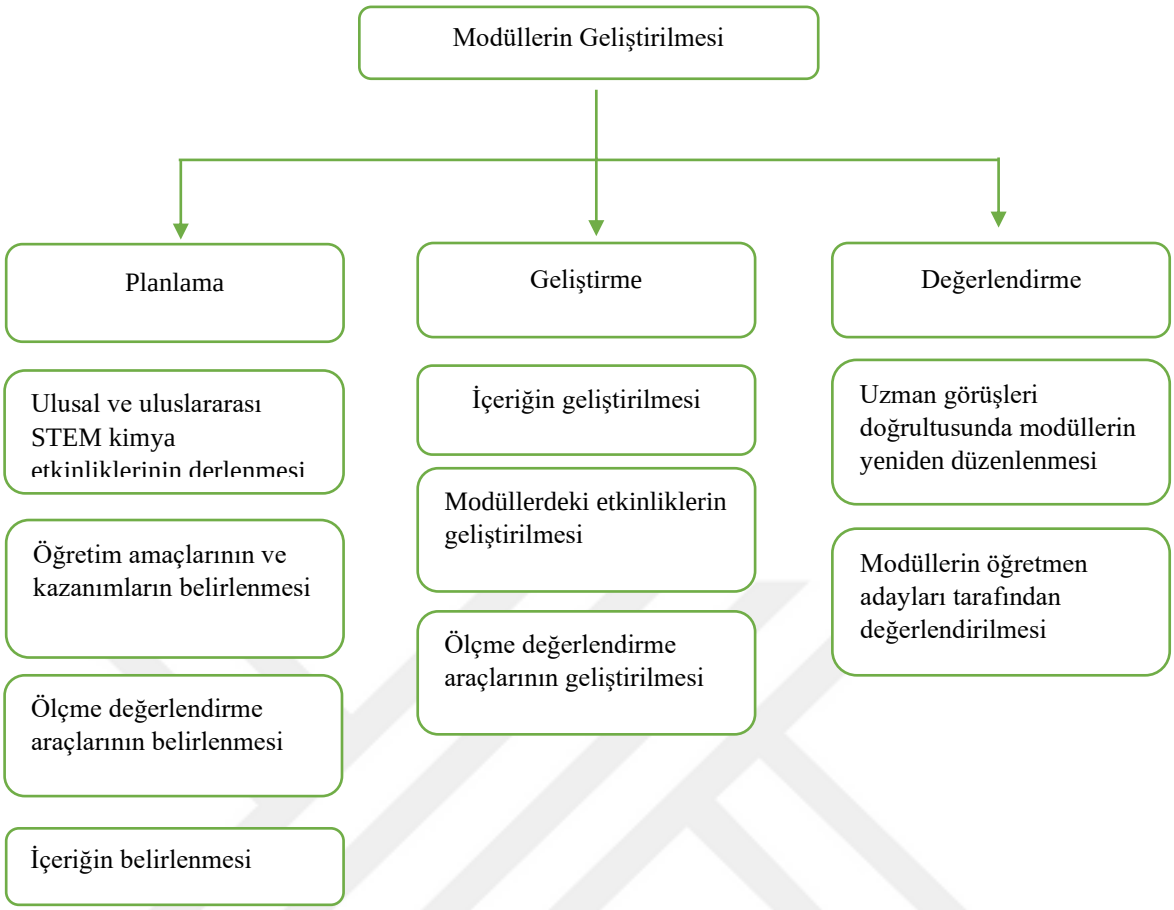
6. STEM'de kullanılan ölçme değerlendirme yaklaşımları öğretmen adaylarının STEM eğitimini uygulabilmeleri, ders planı hazırlayabilmeleri için değinilmesi gereken bir konudur. Asıl uygulamada da bu konuya değinilmesine karar verilmiştir.
7. Pilot çalışmada "Su Filtresi Tasarlıyorum" modülü tanıtılarak öğretmen adaylarından ders planı hazırlamaları istenmiştir. Gerçek uygulamada problem durumunun ilgi çekici ve öğrentmen adaylarının kendi yaşantılarıyla ilişkilendirebilecekleri bir problem ile değiştirilmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir.
8. Öğretmen adaylarından akademik okumalar sonrasında, tüm okumalarını kapsayan bir bilimsel rapor hazırlamaları istenmiştir. Ancak, öğretmen adaylarının akademik okumaları raporlarına etkin bir şekilde dahil edemedikleri belirlenmiştir. Bu sebeple öğretmen adaylarından akademik okumalara yönelik olarak haftalık olarak düşüncelerini içeren rapor sunmalarıa karar verilmiştir.

3.5.3. Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Üretimi Modüllerinin Geliştirilmesi

Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen adayları eğitimlerine yönelik olarak iki modül geliştirilmiştir. Bu modüller "Su Filtresi Tasarlama Modülü" ve "Diş Macunu Üretimi Modülü"dür. Her modül üç etkinlikten oluşmaktadır. Modüllerin her biri bir büyük tasarım görevi ve öğretmen adaylarının büyük tasarım görevini yerine getirebilmek için sahip olmaları gereken bilgi, beceri ve kavramları içeren iki adet mini tasarım görevinden oluşmaktadır. Modüllerdeki etkinliklerin planlanması ve geliştirilmesi yapılırken Wendell ve diğ. (2010)'nin önerdiği model ve Hynes ve diğ. (2011)'in önerdiği 9 basamaklı mühendislik tasarım süreci kullanılmıştır. Su Filtresi Modülü araştırmacı tarafından geliştirildikten sonra üç etkinliğin mühendislik tasarım sürecine uygunluğu ile ilgili bir fen eğitimcisi ve bir kimya eğitimcisinden görüş alınmıştır. Geliştirilen etkinliklerin müfredata uygunluğu ve ortaokul düzeyinde uygulanabilirliğinin incelenmesi amacıyla devlet okulunda çalışan bir fen bilimleri öğretmeninden geri bildirimler istenmiştir. Geliştirilen etkinliklerin alan bilgisi bağlamında uygunluğu ise bir çevre mühendisi ve kimya eğitimcisi tarafından yapılmıştır. Tüm uzmanların önerileri dikkate alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Diş Macunu Üretimi modülündeki üç etkinliğin mühendislik tasarım sürecine uygunluğu ile ilgili bir fen eğitimcisi ve bir kimya eğitimcisinden görüş alınmıştır. Geliştirilen etkinliklerin müfredata uygunluğu ve ortaokul düzeyinde uygulanabilirliği ile ilgili ise bir fen bilimleri öğretmeni görüşlerini araştırmacıyla paylaşmıştır. Geliştirilen etkinliklerin alan bilgisi bağlamında uygunluğu ise erkek bir diş

hekimi ve kimya eğitimcisi incelenmiştir. Uzmanlardan gelen tüm geri bildirimler incelenmiştir ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

"Su Filtresi Tasarlama Modülü" ve "Diş Macunu Üretimi Modülü" geliştirilmeden önce ulusal ve uluslarası kimya konularıyla ilgili STEM etkinlikleri incelenmiştir. Gıda Kimyası, Yakıtlar, Geri Dönüşüm, Tekstil Kimyası, Çevre Kimyası, Küresel Isınmanın Etkileri, Temizlik Ürünlerinin Kimyası kategorilerinde farklı mühendislik tasarım etkinliklerinin olduğu belirlenmiştir. Tüm etkinlikler incelendikten sonra içerikler "Çevre ve Su" ile "Temizlik Ürünleri ve Ağız Hijyeni" şeklinde belirlenmiştir. "Çevre ve Su" teması; su havzalarıyla ilgili temel kavramlar, havzalardaki su kaynakları ve kullanım alanları, farklı faaliyetletlerin su havzası su kalitesine etkisi, su ayak izinin belirlenmesi, su ayak izinin belirlenmesinde kullanılan öğeler, su havzalarında yapılan farklı faaliyetlerin etkilerinin önlenmesi, içme suyunun özellikleri, su kirliliği, kirli suların arıtımı konularını içermektedir. "Temizlik Ürünleri ve Ağız Hijyeni" teması; dişlerin yapısı, diş sağlığı, diş çürümesinin kimyası, beslenme-ağız sağlığı ilişkisi, diş sağlığını koruma yöntemleri, asitli ve şekerli içeceklerin diş sağlığına etkisi, diş macunun içeriğinde bulunan maddeler ve işlevleri, diş beyazlatma kimyası, diş beyazlatmada kullanılan maddeler konularını içermektedir. Her iki modül üç hafta online olarak uygulanmıştır. Ancak öğretmen adayları mini tasarım ve büyük tasarım görevlerini ders dışı zamanlarda tamamlamışlardır. Mini tasarım ve büyük tasarım görevleriyle ilgili yaptıklarını videoya çekerek ve/veya resimlerini çekerek Google Classroom'da paylaşmışlardır. Modül geliştirme süreci Şekil 3.4 şematize edilmiştir.



Şekil 3.4: Modül geliştirme süreci.

3.5.4. Uygulama Süreci

Pilot çalışma sonrasında gerekli düzenlemeler yapılarak son haline karar verilen asıl uygulama 2020-2021 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, İlköğretimde Kimya Öğretimi seçmeli dersinde dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarının katılımıyla araştırmacı ve danışman öğretim üyesi tarafından gerçekleştirilmiştir. İlköğretimde Kimya Öğretimi dersi çevrimiçi öğrenme ortamlarından Zoom üzerinden yürütülmüştür. Dersin teorik boyutunda "STEM Eğitim Tarihi", "STEM Okuryazarlığı", "21. Yüzyıl Becerileri", "Bütünleşik STEM Eğitimi ve Entegrasyon Modelleri", "Mühendislik ve Mühendislik Tasarım Süreci", "STEM Eğitiminde Kullanılan Yaklaşımlar", "Tasarım Temelli Öğrenme", "STEM'de Ölçme ve Değerlendirme", "Tasarım Temelli STEM Ders Planı Geliştirme" konularına değinilmiştir. Uygulama boyutunda ise öğretmen adayları iki büyük tasarım görevi kapsamında su filtresi geliştirmişlerdir ve diş macunu formülü oluşturmuşlardır. Öğretmen adayları büyük tasarım görevleri ve mini tasarım görevleriyle ilgili resim ve/veya videolarını dersin çevrimiçi sınıfında ilgili başlık altında paylaşmışlardır. Asıl uygulama sürecinde uygulanan öğretim programıyla ilgili başlıklar Tablo 3.14'da verilmiştir.

Tablo 3.18: Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
1	• Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin yürütülmesine dair bilgi sahibi olur.	• Ders izlencesinin tanıtılması, yapılandırılmış özet formu, Tasarım Temelli STEM Ders Planı taslağının tanıtılması • Sanal sınıf (Google Classroom) oluşturulması • STEM Farkındalık Ölçeği, STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği, STEM Yansıtma Protokolü'nün gönüllü adaylar tarafından doldurulması • Öğretmen adayları ile yarı yapılandırılmış görüşmelerin gerçekleştirilmesi
2	• STEM eğitiminin ne olduğunu söyler. • Mühendisliği tanımlar. • Mühendislerin yaptıkları farklı işlere örnekler verir. • Teknolojiyi tanımlar. • Bilimi tanımlar. • Bilim ve teknoloji arasındaki ilişkiyi söyler. • STEM eğitiminin tarihsel gelişimini bilir. • Türkiye'de STEM eğitimiyle ilgili yapılan değişimleri söyler. • Eğitim reformlarında STEM eğitimine neden vurgu yapıldığını bilir. • STEM okur-yazarlığını tanımlar. • Farklı STEM okuryazarlığı tanımlarını açıklar • 21. yy. becerilerini söyler. • 21. yy. becerilerine sahip öğrenci yetiştirmenin önemini açıklar.	• Sizce STEM nedir? STEM kelimesini kullanmasaydık yerine ne kullanırdınız? Bilim kelimesi kullanmasaydık yerine ne kullanırdık? Teknoloji kelimesini kullanmasaydık yerine hangi kelimeleri kullanırdık? Mühendislik kelimesini kullanmasaydık yerine ne kullanırdınız? Matematik kelimesini kullanmasaydık yerine hangi kelimeleri kullanırdık? gibi sorular Web 2.0 araçlarından Poll Everywhere'de; Bilim insanlarını düşününce aklınıza hangi özellikleri geliyor? Bilim insanları ne tür becerilere sahip olmalıdır? Bilim insanları ne yapar? Teknoloji nedir? Tasarım nedir? Bilim ve teknoloji arasında bir ilişki var mıdır? Varsa nasıl bir ilişki vardır? Mühendislik nedir? Mühendis ne iş yapar? Mühendislikte bilgi üretilir mi? Matematik nedir? Uygulamalı matematik ve pür matematik kavramlarını daha önce duydunuz mu? Uygulamalı matematikte çalışan bilim insanları ne yapar? Pür matematikte çalışan bilim insanları ne yapar? sorularının sınıf içi tartışılması • STEM Eğitim Tarihi, STEM Okur Yazarlığı, 21.yy. Becerileri • Akademik Okumalar-1 ile ilgili sınıf içi tartışmalar ve ders öncesi Google Classroom tartışmaları
3	• Mühendisliğin tanımını yapar. • Mühendislikte fen bilimlerinin kullanımına örnek verir. • Öğrencilerin mühendislik algısının belirlenmesine yönelik ölçme araçlarına örnek verir. • Mühendislik tasarım sürecinin ne olduğunu açıklar. • Mühendislik tasarım süreciyle ilgili önerilen farklı modelleri söyler. • Mühendislik problemlerinin özelliklerini söyler. • Mühendislik problemine yönelik en iyi çözüme karar verirken kriter ve sınırlılıkların önemini söyler.	• Akademik Okumalar-2 ile ilgili sınıf içi tartışmalar, ders öncesinde Google Classroom ve Padlet'te yapılan tartışmalar • Mühendis, mühendislik tasarım süreci ve modelleri • Örnek Mühendislik tasarım süreci video gösterimi (Rüzgârı Dizginleyen Çocuk) • STEM'in doğasına anlamaya yönelik araştırma ödevi

Tablo 3.19 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
4	• Bilim ve mühendislik arasındaki benzerlikleri yazar. • Bilim ve mühendislik arasındaki farklılıkları yazar. • Bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım sürecini karşılaştırır. • Proje tabanlı öğrenmenin STEM eğitiminde nasıl kullanılacağını örnek vererek açıklar. • Problem tabanlı öğrenmenin STEM eğitiminde nasıl kullanılacağını örnek vererek açıklar. • STEM eğitiminde kullanılan STEM SOS modelinin ne olduğunu söyler. • STEM SOS modelinde bir, iki ve üçüncü düzey projelerin özelliklerini açıklar. • 5E Öğrenme Modelinin STEM eğitiminde nasıl kullanılacağını örnek vererek açıklar.	• Akademik Okumalar-3 ile ilgili sınıf içi tartışmalar, ders öncesinde Google Classroom ve Padlet'te yapılan tartışmalar • Proje tabanlı, Problem Tabanlı Yaklaşım ile STEM öğretimi ve örnek ders planları • STEM SOS modeli ve STEM proje örnekleri • 5E Öğrenme Modelini'nin STEM eğitiminde kullanımını ve örnek ders planları
5	• STEM eğitiminde kullanılan Bağlam Temelli Öğrenme'nin ne olduğunu söyler. • Bağlam Temelli Öğrenme'nin STEM eğitiminde nasıl kullanılacağını örnek vererek açıklar. • STEM eğitiminde kullanılan Tam Öğrenme'nin ne olduğunu açıklar. • Tam Öğrenme'nin STEM eğitiminde nasıl kullanılacağını örnek vererek açıklar. • STEM disiplinlerinin entegrasyonuna yönelik farklı yaklaşımları söyler. • Bütünleşik STEM Modellerinin özelliklerini söyler.	• Akademik Okumalar-4 ile ilgili sınıf içi tartışmalar, ders öncesinde Google Classroom ve Padlet'te yapılan tartışmalar • Bağlam Temelli Öğrenme, Tam Öğrenme ve örnek ders planları, etkinlikler • STEM disiplinlerinin entegrasyonuna yönelik yaklaşımlar
6	• Tasarım Temelli STEM eğitiminin ne olduğunu söyler. • Tasarım Temelli STEM eğitiminde kullanılan farklı modelleri açıklar. • Tasarım görevlerinin özelliklerini söyler. • Tasarım Temelli STEM eğitimini örnek vererek açıklar. • STEM eğitiminde süreç değerlendirmenin önemini açıklar. • STEM eğitiminde kullanılan alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarını belirtir. • STEM eğitiminde kullanılan geleneksel ölçme değerlendirme yöntemlerini söyler. • STEM eğitiminde kullanılan alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarını örnekler vererek açıklar. • Tasarım Temelli bir STEM ders planının nasıl geliştirileceğini açıklar.	• Tasarım Temelli STEM eğitimi, örnek ders planları ve etkinlikler • Tasarım Temelli STEM ders planı hazırlama süreçleri • STEM eğitiminde kullanılan alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme yaklaşımları ve örnekleri • Kimya kazanımlarının seçimi ve kazanımları içeren Tasarım Temelli STEM ders planı hazırlama • Ders planının Google Classroom'a yüklenmesi • Büyük tasarım görevinin verilmesi, geri bildirimler
7	ARA SINAVLAR	ARA SINAVLAR
8	ARA SINAVLAR	• Mini tasarım görevinin (Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi) verilmesi, geri bildirimler

Tablo 3.20 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
9	• Su kirliliğine neden olan faktörleri açıklar. • Su kalitesini etkileyen kriterleri söyler. • Havzalarla ilgili genel kavramları açıklar. • Ülkemizde bulunan su kaynaklarının kullanım amaçlarını söyler. • Büyük tasarım problemini çözmek için bilinmesi gereken bilimsel kavramları söyler. • Problemi tanımlar. • Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir. • Bilgi ve medya okuryazarlığı becerisini kullanarak araştırma yapar. • Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler.	• Büyük tasarım görevinin çözülmesi ile ilgili tartışmalar (Büyük tasarım problemi nedir? Büyük tasarım problemini çözmek için hangi bilimsel kavramları bilmemiz gerekir? • Mini tasarım göreviyle ilgili tartışmalar (Kendinizi öğrenen olarak değil öğreten olarak düşünün. Bu tasarım görevinde sizce hangi kavramların öğrenimine odaklanılmıştır? Neden? Kavramlar neden bu sıra ile verilmiştir? Farklı bir sırada verilebilir miydi? Nasıl? Bu tasarım görevi yüz yüze eğitimde nasıl verilebilir?) ve görevin tamamlanması • Mini Tasarım Görevi 2 (Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz) ve Büyük Tasarım Görevi (Kızılırmak Suyu İçin Su Filtresi Tasarlıyorum)'nin verilmesi • Tasarım görevleri ile ilgili çalışma kağıtlarının, video ve resimlerin Google Classroom'a yüklenmesi
10	• Su ayak izinin ne olduğunu söyler. • Su kaynaklarının korunmasına yönelik bir eylem planının nasıl çıkarılacağını açıklar. • Bilgi ve iletişim okuryazarlığı becerisini kullanarak bir eylem planı hazırlar. • Kızılırmak deltasından bulunan farklı habitat türlerini söyler. • Kızılırmak deltasından bulunan farklı su kaynaklarını ifade eder. • Kızılırmak deltasıyla ilgili meteorolojik verileri kullanarak deltanın iklimsel özelliklerini açıklar. • Grafiklerde verilen bilgileri inceler, grafik üzerinde yorum ve tahminlerini söyler. • Grafiklerle gösterilmiş verileri yorumlamaya yönelik problemleri çözer. • Ulaştığı bilginin doğruluğunu farklı kaynaklardan kontrol eder. • Arama motorlarını kullanarak araştırma yapar. • Ulaştığı bilgiyi kaynak göstererek düzenler. • Kızılırmak havzasının jeolojik yapısını söyler. • Kızılırmak havzasının toprak yapısının toplam su miktarını nasıl etkilediğini açıklar. • Kızılırmak'ta bulunan akarsu, su kaynakları ve kanalları söyler. • Su kaynaklarındaki toplam su miktarının iklimden nasıl etkilendiğini açıklar. • Küresel ısınmanın Kızılırmak havzasının toplam su miktarına etkisiyle ilgili çıkarımlarını yazar.	• Eylem planı nedir? Eylem planı ne için hazırlanır? Hazırlanmasında kimler görev alabilir? Bir eylem planı çıkarırken hangi kriterleri bilmemiz gerekir? Mini tasarım görevlerimizi tasarlarken nelerden faydalanabiliriz? Neden bu tasarım görevimizde Kızılırmak havzasına odaklandık? Bu tasarım görevini çevrimiçi sınıflarda nasıl uygularız? Bu tasarım görevini yüz yüze eğitimde nasıl uygulayabiliriz? Bu tasarım görevinde hangi kavramlara odaklanılmıştır? Neden? Sınıf düzeyine göre ortaokul düzeyinde mini tasarım görevindeki hangi kavramlara odaklanabiliriz? • Mini Tasarım Görevi 2 ile ilgili tartışmalar ve öğretmen adaylarının çalışmalarından örnekler • Büyük Tasarım Görevi ile ilgili tartışmalar ve öğretmen adaylarının tasarımlarından örnekler • Modül değerlendirmesi • Diş Macunu Geliştirilmesi modülüyle ilgili problem durumunun verilmesi • Mini Tasarım Görevi 1(Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı)'in verilmesi

Tablo 3.21 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
10	• Kızılırmak havzasında bulunan su kaynaklarının kullanım amacını söyler. • Kızılırmak havzasında yetiştirilen tarım ürünlerinin su kalitesine etkisini açıklar. • Hayvancılığın Kızılırmak havzasında bulunan su kaynaklarının su kalitesine etkisini açıklar. • Saz kesiminin su kaynaklarının su kalitesine ve biyolojik çeşitliliğe etkisini söyler. • Su filtresi tasarlamak için kullanılacak malzemeleri bilimsel nedenlere bağlı olarak seçer. • Karışımların ayrılması için kullanılabilecek yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular. • Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin pH değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur. • Mühendislik tasarım süreçlerini takip ederek problemi çözer. • Olası çözüm yollarını araştırır. • Ekonomik çözüm yollarını değerlendirir. • Sınırlılıkları belirler. • Ürün tasarlar. • Ürün üzerinde geliştirmeler yapar. • Oran-orantı kavramına dayalı olarak kullanılacak malzeme miktarlarını belirler. • Oranlar arası ilişkileri fark eder ve orantının özelliklerini açıklar. • Orantısal akıl yürütme gerektirecek bir durumu açıklar. • Su arıtma cihazı tasarlar. • Bir ürünün temel işlevinin gerektirdiği mekanik özellikleri sınıflandırır. • Günlük hayatta kullanılan bir ürünü mekanik tasarım özelliklerini dikkate alarak yeniden tasarlar. • Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır. • Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.	

Tablo 3.22 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
11	• Mekanik sindirimin ağızda başladığını ifade eder. • Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu söyler. • Dişin bölümlerini ve görevlerini söyler. • Büyük tasarım problemini çözmek için bilinmesi gereken bilimsel kavramları söyler. • Problemi tanımlar. • Bilgi ve medya okuryazarlığı becerisini kullanarak araştırma yapar. • Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler. • Dişin kısımlarını ve görevlerini sıralar. • Dişin yapısındaki maddeleri söyler. • Alt ve üst çenede bulunan farklı dişlerin görevlerini söyler. • Diş çürüklerinin neden oluştuğunu açıklar. • Hidrolizin ne olduğunu aöyler. • Glikoliz tepkimesinin ne olduğunu açıklar. • Şekerli bir gıdanın ağızda yol açtığı pH değişimini açıklar. • Le Châtelier İlkesini açıklar. • Tükürüğün yapısını söyler. • Demineralizasyonu tanımlar. • Diş plağını tanımlar. • Remineralizasyonu tanımlar. • Beslenme ile alınan besin türleri ile diş çürümesi arasındaki ilişkiyi ifade eder. • Ağız ve diş sağlığını korumak için dikkat edilmesi gereken hijyen kurallarını açıklar. • Doğru diş fırçalama tekniklerinin söyler. • Diş macunlarının içeriklerinde bulunan malzemeleri ve işlevlerini söyler.	• Büyük tasarım görevinin çözümüyle ilgili kavramlarla ilgili tartışmalar (Büyük tasarım problemi nedir? Büyük tasarım problemini çözmek için hangi bilimsel kavramları bilmemiz gerekir?) • Öğretmen gözünden Mini Tasarım Görevi 1'in tartışılması (Kendinizi öğrenci olarak değil de öğretmen olarak düşünün. Bu tasarım görevinde hangi kavramların öğrenimine odaklanılmıştır? Sizce neden? Kavramlar neden bu sıra ile verilmiştir? Farklı bir sırada verilebilir miydi? Nasıl? Diş macunu üretimi gibi bilmediğiniz bir konuda tasarım görevi ve mini tasarım görevleri tasarlarken ne yapılmalısınız? Etkinlik geliştirme sürecinde hangi kaynaklardan faydalanabilirsiniz? Etkinlik geliştirme sürecinde kimlerden yardım alabilirsiniz? Bu etkinlik yüz yüze eğitimde nasıl gerçekleştirilebilir?) • Mini Tasarım Görevi 2 (Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisini Keşfediyoruz) ve Büyük Tasarım Görevi (Diş Macunu Üretimi)'nin verilmesi • Mini Tasarım Görevi 1'deki soruların cevaplandırılması • Tasarım görevleri ile ilgili çalışma kağıtlarının, video ve resimlerin Google Classroom'a yüklenmesi
12	• İçerisinde yüksek oranda şeker ve asit bulunan besinlerin dişlere nasıl zarar verdiğini söyler. • Şeker ve asitlerin dişlere etkisini gösteren bir kontrollü deney tasarlar. • Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığını söyler. • Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder. • Bilgi ve medya okuryazarlığı becerisini kullanarak araştırma yapar. • Enerji ve spor içeceklerinin özelliklerini söyler. • Enerji ve spor içeceklerinin ağız ve diş sağlığına etkisini açıklar. • Diş çürüklerinin neden oluştuğunu açıklar.	• Mini Tasarım Görevi 2 ile ilgili tartışmalar (Yüksek oranda şeker ve asit içeren besinlerin ve içeceklerin dişlerimize etkisi nedir? Tüketilen şekerli ve asitli içeceklerin dişlere etkisini göstermek için nasıl bir deney tasarlanabilir? Kontrollü deney için hangi içecekleri seçersiniz? Neden? İçeceklerdeki şeker oranını nasıl belirlersiniz? Kontrollü deneyinizde bağımlı ve bağımsız değişkenleriniz nelerdir? Neden? Verileriniz hipotezinizi doğruladı mı? Bu tasarım görevini çevrimiçi sınıflarda nasıl uygularız? Bu tasarım görevini yüz yüze eğitimde nasıl uygulayabiliriz? Bu tasarım görevinde hangi kavramlara odaklanılmıştır? Neden?

Tablo 3.23 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
12	• Arama motorlarını kullanarak araştırma yapar. • Ulaştığı bilgiyi kaynak göstererek düzenler. Asitlerin çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gözlemleyerek verilerini kaydeder.	• Sınıf düzeyine göre ortaokul düzeyinde mini tasarım görevindeki hangi kavramlara odaklanabiliriz?) • Sporcuların beslenme alışkanlığı ve ağız, diş sağlığı arasındaki ilişkinin kurulması ve açıklanması • Ders planlarına geri bildirimlerin verilmesi Yüksek oranda şeker ve asit içeren besinlerin ve içeceklerin dişlerimize etkisini gösteren öğretmen adaylarının kontrollü deneylerinden örnekler gösterilmesi
13	• Grafiklerde verilen bilgileri inceler, grafik üzerinde yorum ve tahminler yapar. • Grafiklerin mühendislik problemi yazarken nasıl kullanılabileceğini örnekle açıklar. • Ulaştığı bilginin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular. • Arama motorlarını kullanarak araştırma yapar. • Ulaştığı bilgiyi kaynak göstererek düzenler. • Diş macunu üretmek için kullanılacak malzemeleri bilimsel nedenlere bağlı olarak seçer. • Redoks tepkimelerinin özelliklerini söyler. • Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin pH değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur. • Mühendislik tasarım süreçlerini takip ederek problemi çözer. • Olası çözüm yollarını araştırır. • Ekonomik çözüm yollarını belirler. • Sınırlılıkları belirler ve yazar. • Ürün tasarlar. • Ürün üzerinde geliştirmeler yapar. • Oran – orantı kavramına dayalı olarak kullanılacak malzeme miktarlarını belirler. • Oranlar arası ilişkileri fark ederek, orantının özelliklerini söyler. • Orantısal akıl yürütme gerektirecek bir durumu açıklar. • Diş macunu üretir. • Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini arkadaşlarıyla paylaşır. • Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapar.	• Büyük Tasarım Görevi ile ilgili tartışmalar (Diş macunlarını yaparken hangi malzemeler kullanılır? Diş beyazlatma nasıl gerçekleşir? Beyazlatmanın arkasında nasıl bir kimya vardır? Bu tasarım görevinizdeki kriter ve sınırlılıklar nelerdir? Doğal diş macununuz yaparken hangi malzemeleri kullandınız? Ne amaçla kullandınız? Bu maddelerin kimyasal yapısı, özellikleri nelerdir? Bu tasarım görevini çevrimiçi sınıflarda nasıl uygularız? Bu tasarım görevini yüz yüze eğitimde nasıl uygulayabiliriz? Bu tasarım görevinde hangi kavramlara odaklanılmıştır? Neden? Sınıf düzeyine göre ortaokul düzeyinde büyük tasarım görevindeki hangi kavramlara odaklanabiliriz? • Diş beyazlatma sırasında gerçekleşen redoks tepkimelerinden bahsedilir. • Gönüllü öğretmen adaylarının diş macunu tasarım süreci video ve resimlerinin gösterilmesi, tasarım süreçleriyle ilgili tartışmalar • Poster, afiş hazırlamadan bahsedilir, öğretmen adaylarının afişlerinden örnekler gösterilir.

Tablo 3.24 (devam): Asıl uygulama süreci.

HAFTALAR	KAZANIMLAR	ETKİNLİKLER
13	• Diş plağının diş minesine zarar verdiğini söyler. • Plak asidinin diş minesinde çözünmelere neden olduğunu açıklar. • Oksijensiz solunum ile bakterilerin monasakkarit ve polisakkaritleri enerji ve asit ürettiğini ifade eder. • Ağız asiditesinin düşmesine bağlı olarak diş sert dokularında kimyasal reaksiyon olduğunu ve yüzeysel yapılarında mineral kaybı olduğunu söyler. • Diş macununun ağız hijyeninde işlevini açıklar. • Etkili diş macunun özelliklerini sıralar. • Farklı diş macunlarının özelliklerini karşılaştırır. • Diş macunlarının içindeki maddelerin işlevlerini söyler. • Diş macunu yapımı için gerekli malzemeleri belirler ve diş macunu yapar. • Bilimsel bilginin elde edilmesinde deneysel, matematiksel veya mantıksal çıkarımların rolünü açıklar. • Bilimsel bilginin delillere dayalı olduğunu açıklar. Tasarımını kullanıcıya ulaştırmak üzere tanıtım ve pazarlama imkânlarını değerlendirir.	
14	• Son testlerin verilmesi	• STEM Farkındalık Ölçeği • STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği • STEM Yansıtma Protokolü • Yarı yapılandırılmış görüşmeler • Ders planlarının teslim edilmesi

3.5.5. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada;

- Veri toplama araçlarının (yarı-yapılandırılmış görüşme formu, Tasarım Temelli Ders Planı Taslağı), veri analiz formları (Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik

STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu) ve öğretmen eğitimi modülünün geliştirilmesi,

- Veri toplama araçlarının uygulanması,
- Öğretmen eğitimi modülünün uygulanması ve öğrenme sürecinde öğretmen adaylarına rehberlik edilmesi, geri bildirimlerde bulunulması,
- Nitel ve nicel veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi ve değerlendirilmesi,
- Araştırma bulgularının raporlaştırılması,
- Araştırmanın güvenirliğini ve geçerliğini sağlamaya yönelik çalışmalar (üçgenleme gibi) araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırma kapsamında kullanılan veri toplama araçları ile toplanan verilerin analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulgular, araştırmanın alt problemleri dikkate alınarak belirli bir sırada sunulmuştur.

4.1. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM FARKINDALIKLARINA ETKİSİ

Araştırmanın birinci alt problemi "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son test STEM Farkındalık Ölçeği (SFÖ) puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak için SFÖ eğitim öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 20.0 programı ile ilişkili ölçümler için t-testi ile analiz edilmiş, önem seviyesi 0.05 olarak belirlenmiştir. Analizin ilk aşamasında, test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için çarpıklık-basıklık katsayıları, Shapiro Wilk testi sonuçları ve histogram grafikleri incelenmiştir. Araştırmada örneklem sayısı 30'den az olduğu için (N=17) verilerin normal dağılıma uygunlugunu belirlemek amacıyla Shapiro Wilk testi kullanılmıştır (Corder ve Foreman,2009; Büyüköztürk ve diğ., 2014). Öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik bulguları Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

Tablo 4.1: Öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

ÖLÇEK	ÖLÇÜM	N	ORT.	VARYANS	S.S.	MİN.	MAX.	ÇARPIKLIK	BASIKLIK	SH
SFÖ	Ön test	17	60.12	22.23	4.71	52	67	-.071	-1.035	1.14
	Son test	17	64.94	17.68	4.20	56	71	-.502	-.355	1.02

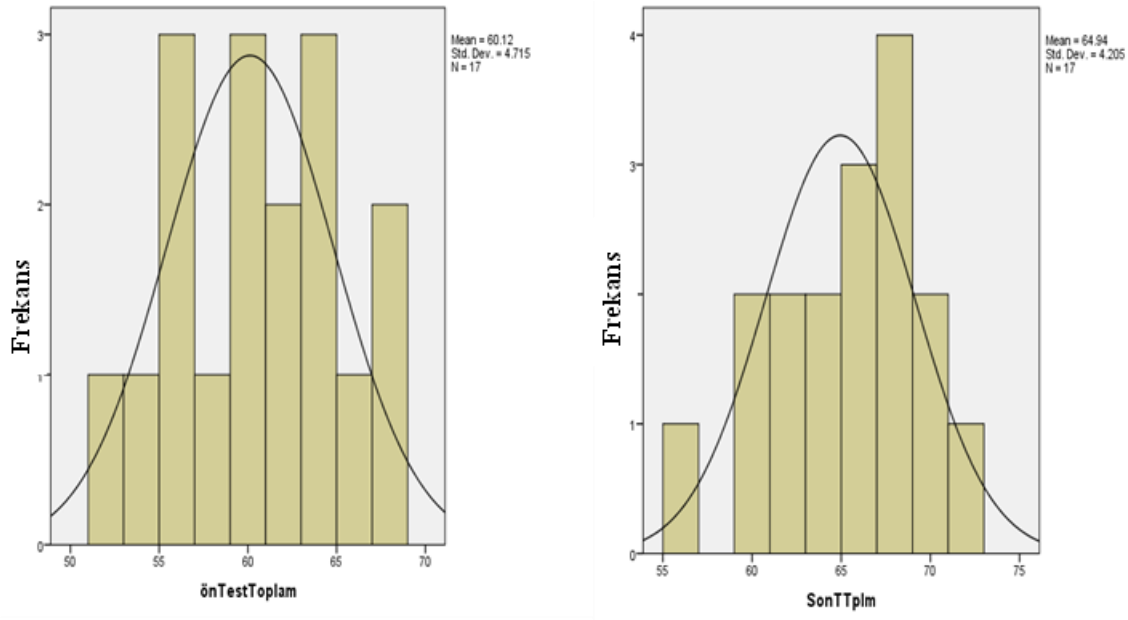
Tablo 4.1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son testlerine göre çarpıklık ve basıklık katsayısı ± 1,5 sınırları arasında olduğundan normal dağılım koşulları sağlanmaktadır. Çarpıklık katsayısı -1.5 ile +1.5 arasında değer gösteriyorsa normal dağılım sınırları içerinde olduğu kabul edilmektedir (Pituch ve Stevens, 2016; Tabachnick ve Fidell,

2013). Bununla birlikte, negatif değerde sola çarpıklık vardır. Basıklık katsayısı da negatif bir değer aldığından normale göre basıklık bulunmaktadır. Standart çarpıklık değeri ise ön test için SÇD= -.071/1.14=-.06, son test için ise SÇD=-.502/1.02.=-0.49 olduğundan ve ±1.96 aralığında olduğundan veriler normal dağılım göstermektedir. Ön test ve son test verilerinin normal dağılıma sahip olup olmadığıyla ilgili daha fazla veri elde etmek Shapiro-Wilk testi sonuçları incelenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: STEM farkındalık ölçeği ön test ve son test puanlarına ilişkin Shapiro-Wilk testleri sonuçları.

ÖLÇEK		SHAPİRO-WİLK		
	TEST	İSTATİSTİK	SD	P
SFÖ	Ön Test	.949	17	.445
	Son Test	.963	17	.687

Tablo 4.2 incelendiğinde, çalışma grubunun ön test ve son test verilerine ait Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde bu değerlerin normal dağılım sağladığı (p>.05) görülmektedir. p değerinin .05'ten büyük ise normal dağılım, 05'ten küçük ise dağılımın normal dağılmadığı kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2014; Field, 2005). Dağılımları daha detaylı incelemek için histogram grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Öğretmen adaylarının SFÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin histogram grafikleri.

Ön test ve son test puanlarına ilişkin histogram grafikleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının hem ön test hem son test sonuçlarının normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Grafiklerdeki değerler yani sütunlar birbirine yapışık olduğundan normal dağılım gösterdiği yargısına varılmıştır. Bu nedenle SFÖ ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için parametrik testlerden ilişkili ölçümler için t-testi kullanılmasına karar verilmiştir. Mevcut araştırmada örneklem büyüklüğü 30'dan küçük olmasına rağmen, etki büyüklüğü değeri yüksek olduğundan parametrik testlerden ilişkili ölçümler için t-testi kullanımının uygun olduğuna karar verilmiştir (de Winter, 2013). t-testi bulguları Tablo 4.3'te sunulmaktadır.

Tablo 4.3: SFÖ ön test ve son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin ilişkili t-testi sonuçları.

ÖLÇEK	ÖLÇÜM	N	X	S	SD.	T	P
SFÖ	Ön test	17	60.12	4.71	16	-4.85	.000
	Son test	17	64.94	4.20			

Tablo 4.3 incelendiğinde, çalışma grubundaki öğretmen adaylarının SFÖ ön test ortalama puanının 60.12 ve son test ortalama puanının ise 64.94 olduğu, puanlar arasındaki bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptanmıştır ($t_{(16)} = -4.85$. $p<.05$). Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü büyüklüğü ($d = 1.17$) farkın büyük olduğunu göstermiştir. Bu bulgulara dayanarak, 14 hafta boyunca Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin, öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını anlamlı bir şekilde geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

4.2. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM PEDAGOJİK ALAN BİLGİLERİNE ETKİSİ

Araştırmanın ikinci alt problemi "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son test STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (STEM-PABÖ) puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak için STEM-PABÖ eğitim öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Elde edilen veriler IBM SPSS v.20.0 programı ile ilişkili ölçümler t-testi ile analiz edilmiştir, önem seviyesi 0.05 olarak belirlenmiştir. Analizin ilk aşamasında, test puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için çarpıklık-basıklık katsayıları, Shapiro Wilk testi sonuçları ve histogram grafikleri incelenmiştir. Araştırmada örneklem sayısı 30'den az olduğu için (N=17) verilerin normal dağılıma uygunlugunu anlamak amacıyla Shapiro Wilk testi kullanılmıştır (Corder ve Foreman,2009;

Büyüköztürk ve diğ., 2014). Öğretmen adaylarının STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarının normal dağılıma uygunluğuna yönelik analiz sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: STEM-PABÖ ölçeği ön test ve son test puanlarının normal dağılıma uygunluğuna ilişkin analiz sonuçları.

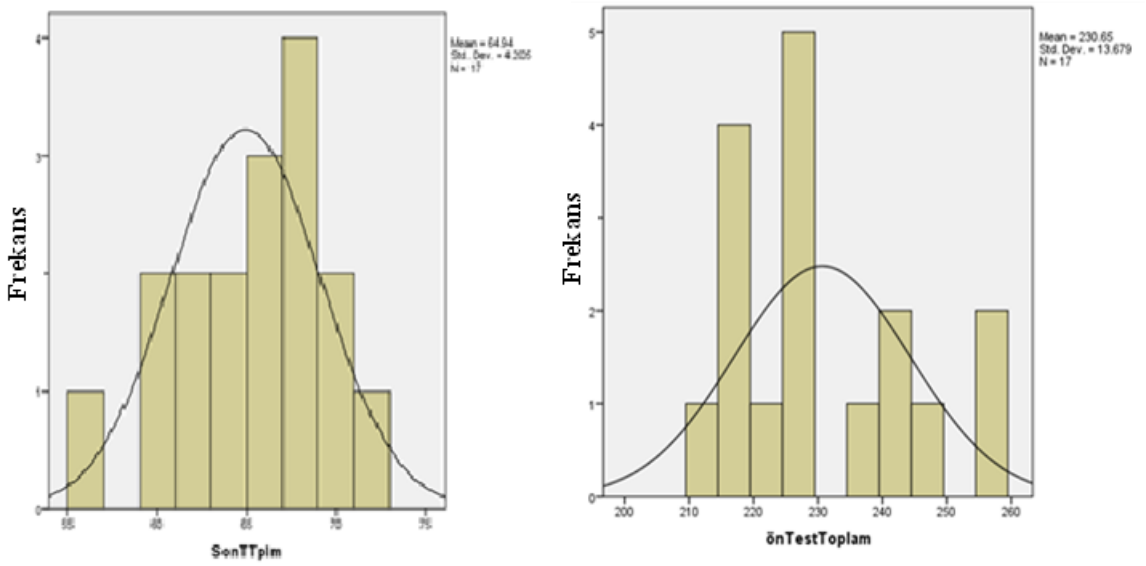
ÖLÇEK	ÖLÇÜM	N	ORT.	VARYANS	S.S.	MİN.	MAX.	ÇARPIKLIK	BASIKLIK	SH
STEM-PABÖ	Ön test	17	230.65	187.11	13.67	212	259	.78	-.26	3.31
	Son test	17	240.53	376.89	19.41	206	275	.26	-.652	4.70

Tablo 4.4 incelendiğinde, öğretmen adaylarının STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarına göre çarpıklık katsayısı ± 1 sınırları arasında olduğundan normal dağılım koşulları sağlanmaktadır. Bununla birlikte, pozitif bir değerde olduğundan sağa doğru çarpıklık vardır. Basıklık katsayısı ise negatif değer aldığından normale göre basıklık bulunmaktadır. Standart çarpıklık değeri ise ön test için SÇD=.78/3.31=.236, son test için ise SÇD=.26/4.70.=0.055 olduğundan ve ±1.96 aralığında olduğundan veriler normal dağılım göstermektedir. Ön test ve son test verilerinin normal dağılıma sahip olup olmadığıyla ilgili karar vermek için Shapiro-Wilk testi sonuçları incelenmiştir. Bu testlere ilişkin sonuçlar Tablo 4.5'te sunulmaktadır.

Tablo 4.5: STEM-PABÖ SHAPİRO-WİLK ön test ve son test puanlarına ilişkin normallik testleri.

ÖLÇEK	TEST	İSTATİSTİK	sd	p
STEM-PABÖ	Ön Test	.921	17	.154
	Son Test	.966	17	.751

Örneklem sayısı 17 olduğundan Shapiro-Wilk testi sonuçları dikkate alınmıştır. Tablo 21 incelendiğinde, Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde p değerleri ön test için .154 ve son test için .751 olduğundan ($p>0.05$) puanların normal dağılım göstermektedir. Şekil 4.2'de sunulan histogram grafikleri elde edilen bulgularla örtüşmektedir.



Şekil 4.2: Öğretmen adaylarının STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarına ilişkin histogram grafikleri.

STEM-PABÖ ön test ve son test puanları normal dağılım gösterdiğinden puanlar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için parametrik testlerden ilişkili ölçümler t-testi kullanılmıştır. Mevcut araştırmada örneklem büyüklüğü 30'dan küçük olmasına rağmen, etki büyüklüğü değeri orta derecede olduğundan parametrik testlerden ilişkili ölçümler için t-testi kullanımının uygun olduğuna karar verilmiştir (de Winter, 2013). Elde edilen bulgular Tablo 4.6'te sunulmaktadır.

Tablo 4.6: STEM-PABÖ ön test ve son test puanlarının ilişkili t-testi sonuçları.

ÖLÇEK	TEST	N	X	S	Sd.	t	p
STEM-PABÖ	Ön Test	17	230.65	13.67	16	-2.926	.010
	Son Test	17	240.53	19.41			

Tablo 4.6'da sunulan ilişkili t testi sonuçları, öğretmen adaylarının STEM-PABÖ puanlarının ortalama puanlarının ön-test için 230.65, son test için ise 240.53 olduğunu ve her iki testten aldıkları ortalama puanlar arasındaki farkın anlamlı ($t_{(16)} = -2.926$, $p<.05$). olduğunu göstermektedir. Hesaplanan Cohen d etki büyüklüğü ($d = 0.70$) farkın orta derecede olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu bulgulardan yola çıkılarak Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin, öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgilerine üzerine anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

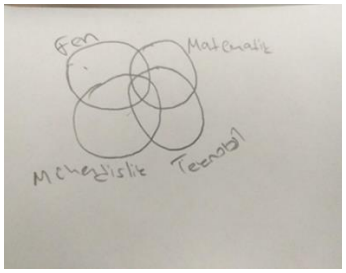
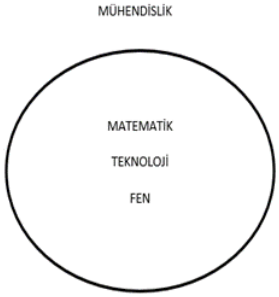
4.3. KİMYA ODAKLI TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM MODELLERİNE ETKİSİ

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM modelleri nasıl değişim göstermektedir?" şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak için STEM Yansıtma Protokolü eğitim öncesi ve sonrasında öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının zihinsel modellerini daha iyi anlamak için eğitim öncesi ve sonrasında yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Ön görüşmeler 981 dakika, son görüşmeler ise 940 dakika sürmüştür. Ön görüşmeler ve son görüşmeler deşifre edilmiş, ön görüşmeler için 435 sayfa, son görüşmeler için ise 392 sayfa deşifre elde edilmiştir. Veriler analiz edilirken hem tümevarım (alanyazında olmayan kod ve temaların kullanımı) hem de tümdengelim (alanyazında var olan kodların ve temaların kullanımı) yöntemleri birlikte kullanılarak analiz yapılmıştır. Katılımcıların STEM Yansıtma Protokolü'ndeki çizimleri analiz edilirken katılımcıların STEM modelleri çizimlerine göre kodlanmıştır. STEM Yansıtma Protokolü'ndeki açıklamaları ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen transkiptler ise destekleyici veri olarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde öncelikle Ring ve diğ., (2017), Bybee (2013) ve Aydın-Günbatar ve diğ. (2021) tarafından oluşturulan STEM modellerine yönelik kodlara göre (tümdengelim yöntemi) sınıflamalar yapılmıştır. Ulaşılan bütünleşik STEM modelleri ile ilgili kodlar ve tanımları Tablo 4.7'da verilmiştir. Bu modeller öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesinde ve sonrasında sahip oldukları bütünleşik STEM kavramlarını göstermektedir.

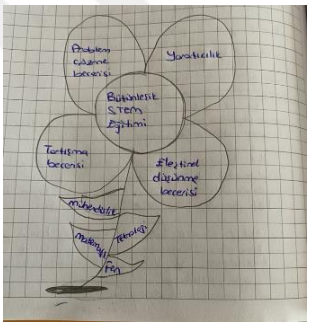
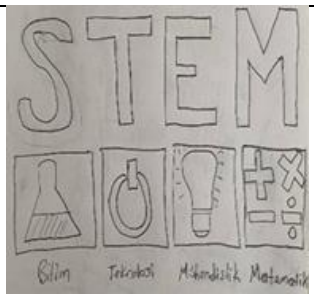
Tablo 4.7: Bütünleşik STEM modelleriyle ilgili kodlar ve açıklamaları.

KOD İSMİ	KODUN AÇIKLAMASI	ÖRNEK AÇIKLAMA/ ÇİZİM ÖRNEĞİ
Disiplinlerüstü STEM (Transdisipliner)	STEM disiplinlerüstü bir yaklaşımdır. Katılımcılar STEM'i bir bütün olarak görür.	Mühendislik kullanılır. Fen de teknoloji, matematik, mühendislik ürünü kullanılabilir. O yüzden tüm disiplinler kesişir. Dört tanesini bir bütün olarak gösterdim. Yani STEM dendiğinde hepsi içinde bir bütün. Hepsi bir dairenin içinde. Disiplinlerüstü diyebiliriz
STEM+	STEM modelinde STEM disiplinleri dışında farklı disiplinlere de (tarih, coğrafya gibi) yer verilir.	

Tablo 4.8 (devam): Bütünleşik STEM modelleriyle ilgili kodlar ve açıklamaları.

KOD İSMİ	KODUN AÇIKLAMASI	ÖRNEK AÇIKLAMA/ ÇİZİM ÖRNEĞİ
Disiplinlerarası ilişki	STEM'i oluşturan en az iki disiplin ilişkilendirilir.	
Bağlam olarak Mühendislik	STEM öğretiminde mühendislik merkeze alınarak fen, matematik ve teknoloji ile ilişkilendirmeler yapılır.	
Bağlam olarak Fen	STEM öğretiminde fen merkeze alınarak teknoloji, matematik ve mühendislik ile ilişkilendirilmeler yapılır.	
Bağlam olarak Matematik	STEM öğretiminde matematik merkeze alınarak fen, teknoloji ve mühendislik ile ilişkilendirilmeler yapılır.	Modelimde dört disiplini kesiştirdim. Disiplinleri şöyle ilişkilendirdim matematik üç disiplininde temelini oluşturuyor. Matematiksiz teknoloji, mühendislik ya da fen ifade edilemez. Tüm disiplinlerin temelde matematikle bağlantısı var. Mesela mühendislik disiplinin düşündüğümüzde matematik bir ürün denemesini açıklamak, ifade etmek için kullanılabilir ya da ürün geliştirirken matematiksel olarak önce ifade edilebilir. Yani aslında diğer disiplinler matematiğin alt kümesi. Mühendislik, fen ve teknolojide birbiriyle ilişkili ve içiçe. Matematikte bu disiplinleri kapsayan büyük küme.

Tablo 4.9 (devam): Bütünleşik STEM modelleriyle ilgili kodlar ve açıklamaları.

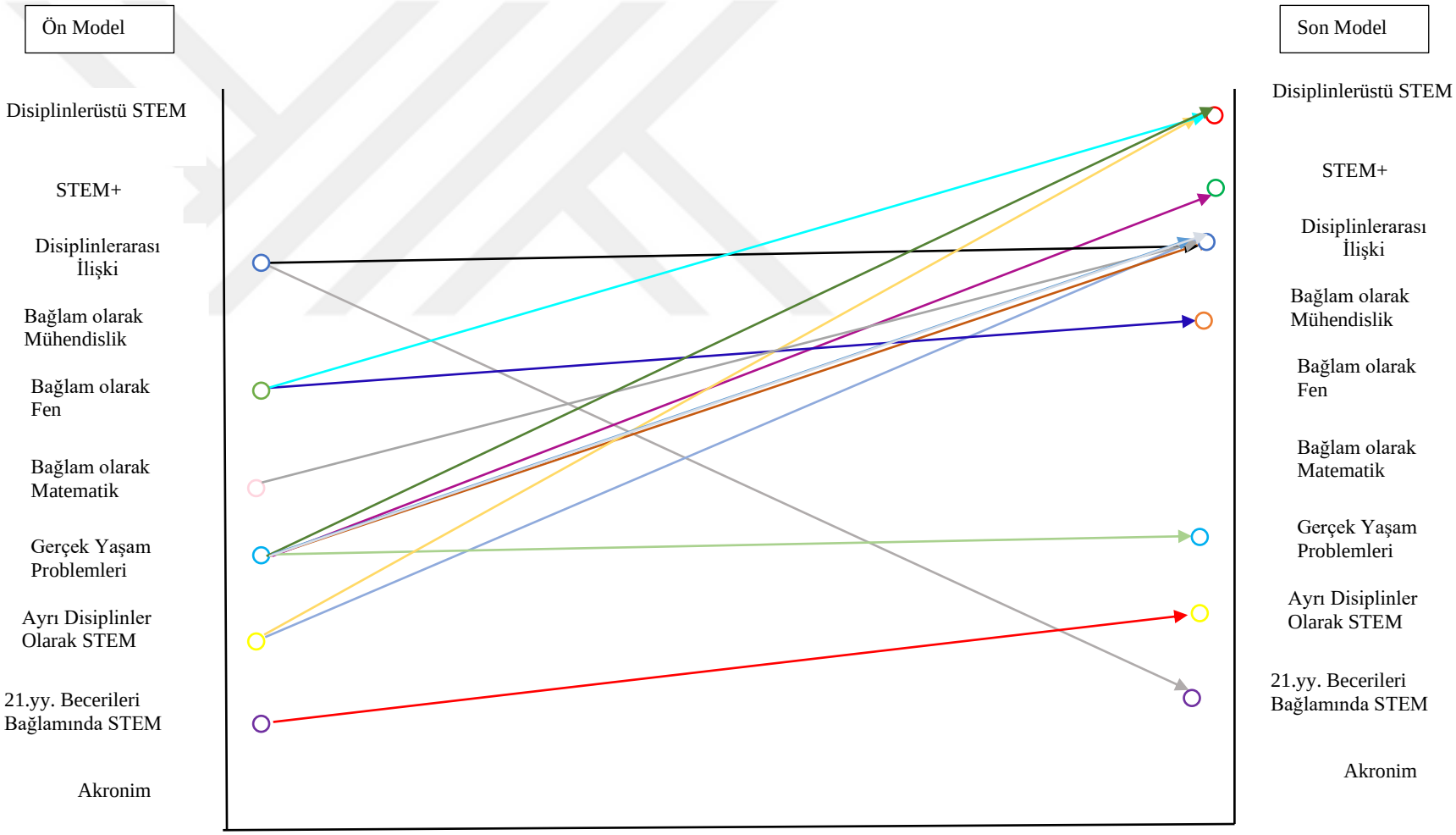
KOD İSMİ	KODUN AÇIKLAMASI	ÖRNEK AÇIKLAMA/ ÇİZİM ÖRNEĞİ
Gerçek yaşam problemleri	Gerçek yaşam problemini çözebilmek için STEM disiplinleri kullanır.	Çevremizde bir takım sorunlar var. Bu sorunları sadece fenle çözmeye çalışırsak eksik kalıyoruz. Bunları teknolojiyi, matematiği ve mühendisliği birleştirerek çözüyoruz. Mesela çevre sorunları. Bu disiplinleri bir arada kullanınca çözüm üretebiliyoruz. Fen, teknoloji, matematik ve mühendisliği ayrı disiplinler olarak çizdim. Bunlar arasındaki ilişkileri oklarla gösterdim. Bazı disiplinlerde ilişkili ama oklarla göstermedim. Mesela matematik ve mühendislik arasındaki ilişkiyi okla göstermedim ama ilişkililer. STEM de disiplinler hep beraber entegre edilerek kullanılır. Disiplinler birbiriyle ilişkili zaten. Ama disiplinler birbirinden ayrı çizildi.
Ayrı disiplinler olarak STEM	STEM farklı disiplinlerden oluşur; bu disiplinler birbirini destekleyebilir ancak disiplinler birbiri ile bütünleşmiş değildir.	Modelimi bir çatı altında farklı alanların olduğu bir fabrikayı düşünerek çizdim. Hepsi farklı alanlarda, etkileşim içinde çalışır. Ortaya bir ürün çıkar.
21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM	STEM öğretimi sırasında grup çalışması, iletişim, eleştirel düşünme,yaratıcılık gibi farklı beceriler kazandırılmak amacıyla STEM disiplinleri öğretilir.	
Akronim	STEM'i sadece Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik baş harflerinden oluşan bir kısaltma olarak tanımlanmaktadır.	

Öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modellerini belirlemek amacıyla çizimleri, açıklama ve görüşmeleri veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümleri incelenmiştir. Üçgenleme yapılarak adayların nihai zihinsel modelleri belirlenmiştir. Tablo 4.8'de öğretmen adaylarının her bir veri kaynağı için belirlenen bütünleşik STEM modelleri belirtilmiştir.

Tablo 4.10: Veri kaynaklarına göre öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modelleri.

KOD	ÖN MODEL ÇİZİM	AÇIKLAMA	GÖRÜŞME	SON MODEL ÇİZİM	AÇIKLAMA	GÖRÜŞME
Disiplinlerüstü STEM		Ö4		Ö1,Ö2, Ö3	Ö1 Ö3	Ö3,Ö2,Ö1
STEM+				Ö1	Ö1	Ö1, Ö5
Disiplinlerarası ilişki	Ö6,Ö8,Ö7 Ö9,Ö1	Ö10,Ö11, Ö6 Ö7, Ö12, Ö8 Ö1	Ö8,Ö13,Ö10 Ö9,Ö14	Ö9,Ö12,Ö 15 Ö16,,Ö13, Ö6, Ö5,Ö8,Ö1 4, Ö4	Ö4,Ö9,Ö12, Ö16,Ö13,Ö6 Ö5,Ö8,Ö7 Ö14,Ö2,Ö10	Ö9,Ö12, Ö7 Ö8,Ö15,Ö13 , Ö6,Ö4,Ö14, Ö16
Bağlam olarak Mühendislik				Ö17	Ö17	Ö17
Bağlam olarak Fen	Ö17	Ö17	Ö17, Ö3			
Bağlam olarak Matematik			Ö6			
Gerçek yaşam problemleri	Ö5	Ö5	Ö5,Ö12,Ö7, Ö4,Ö15, Ö1	Ö7		Ö5
Ayrı disiplinler olarak STEM	Ö3,Ö2,Ö10, Ö13,Ö11,Ö4, Ö15,Ö14	Ö3,Ö13,Ö15, Ö14, Ö9, Ö2	Ö2, Ö16	Ö11,	Ö11,Ö15	Ö11
21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM			Ö11	Ö10		Ö10
Akronim	Ö16,Ö12	Ö16				

Öğretmen adaylarından toplanan çizim, açıklama ve görüşmelerden elde edilen verilere dayanarak bütünleşik STEM modelleri incelendikten sonra üçgenleme yapılarak adayların ön ve son modelleriyle ilgili nihai karara varılmıştır. Öğretmen adaylarının ön modelleri incelendiğinde “Disiplinlerarası ilişki (n=5)”, “Bağlam olarak Fen (n=2)”, “Bağlam olarak Matematik (n=1)”, “Gerçek yaşam problemleri (n=6)”, “Ayrı disiplinler olarak STEM (n=2)”, “21. yy. becerileri bağlamında STEM (n=1)” kodları belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının son modellerinde ise “Disiplinlerüstü STEM (n=3)”, “STEM+ (n=1)”, “Disiplinlerarası ilişki (n=10)”, “Bağlam olarak mühendislik (n=1)”, “Gerçek yaşam problemleri (n=1)”, “Ayrı disiplinler olarak STEM (n= 1)”, “21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM (n=1)” kodları tespit edilmiştir. Adaylarının ön ve son modelleri karşılaştırıldığında 13 öğretmen adayının STEM modelinin değiştiği, 4 öğretmen adayının ise modelinin aynen kaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.3).



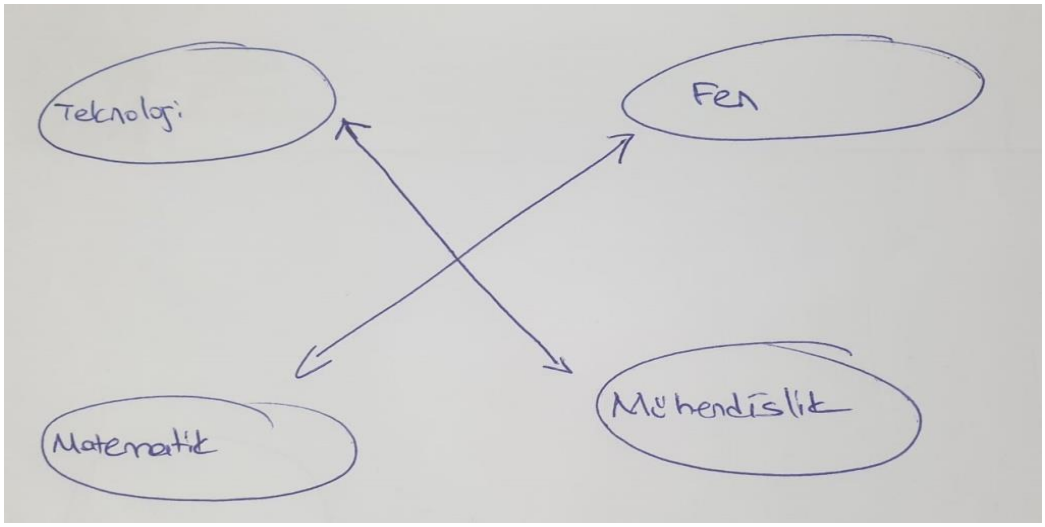
Şekil 4.3: Öğretmen adaylarının eğitim sürecinde STEM modellerinin değişimi.

Model çizimlerinde değişim olmayan adayların ön ve son modelleri karşılaştırıldığında son modellerde STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri daha açık bir dille anlattıkları, ilişkilendirmeyi detaylandırdıkları dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının çizimlerine, açıklamalarına ve görüşme dökümlerine dayanarak belirlenen modellerde çeşitlilik mevcuttur.

Adayların modelleri incelendiğinde tüm katılımcıların özellikle ön modellerini çizerken ve açıklarken disiplinlerarası ilişkiyi resmetmede ve açıklamada zorlandıkları görülmüştür. Yarı yapılandırılmış görüşmeler esnasında ise çizim ve açıklama sürecindeki gibi zorlanmamışlardır. Adaylar disiplinler ile ilgili var olan bilgilerini kullanarak ilişkilendirmeler yapmışlardır. Bu ilişkilendirmelerde özellikle mühendislik disiplinin fen, teknoloji ve matematik ile ilişkisini, teknoloji disiplinin fen, matematik ve mühendislik ile ilişkisini açıklamakta yetersiz kalmışlardır. Bu yargıya görüşmeler esnasında disiplinler arasındaki ilişkilendirmeleri daha detaylı yapmalarından yola çıkarak varılmıştır. Matematik disiplinin fen, teknoloji ve mühendislik disiplinleriyle ilişkisini kurarken açıklamaların matematiğin fende kullanımıyla ilgili örneklere (formüllerin kullanımıyla yapılan hesaplamalar, yoğunluk hesabı gibi) odaklandığı dikkat çekmiştir. Örneğin Ö3 son görüşmelerde fenin kullanımını "Matematiği deney yaparken kullanıyorlar. Mesela grafik çiziyorlar. Bir karışım oluştururken hangi maddeden ne kadar koyacaklarını matematik ile belirliyorlar." şeklinde açıklamıştır. Adayların matematiğin teknoloji ve mühendislikteki kullanımıyla ilgili açıklamaları zayıf kalmıştır. Disiplin ilişkilendirilmesinin en kolay yapıldığı disiplin ise fendir. Adaylar fenin matematik ile ve fenin teknoloji ile ilişkisini örnekler ile açıklamışlardır. Örneğin Ö14 son görüşmede "Bilim insanları teknolojiyi, interneti araştırma yapmak için kullanır. Deney yaparken de teknolojik ürünler kullanılır. Mesela erlenmayer bir teknoloji ürünüdür. Deney yaparken kullanılır. Bir matematikçi ise verileri girmek için teknolojiyi kullanır." şeklinde fenin matematik ve teknoloji ile ilişkisini açıklamıştır. Mühendislik ile ilişkisini kurarken ise zayıf ve yüzeysel açıklamalar yapılmışlardır. Örneğin Ö3 ön görüşmeler esnasında bu ilişkiyi "Teknoloji, matematik, mühendislik olmadan fen olmaz zaten." şeklinde belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının model çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümlerinde belirlenen modeller arasında uyumsuzluklar mevcuttur. Katılımcıların ön modelleriyle ilgili çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümleri incelendiğinde 4 adayın (Ö2, Ö5, Ö17, Ö8) 3 modelinin aynı kod (Gerçek yaşam problemleri, Bağlam olarak Fen, Disiplinlerarası ilişki, Ayrı disiplinler olarak STEM),4 öğretmen adayının (Ö11,Ö12, Ö4, Ö9) 3 modelinin farklı kod (Ayrı disiplinler olarak STEM, Gerçek yaşam problemleri, Disiplinlerüstü STEM; Disiplinlerarası ilişki, Ayrı disiplinler olarak STEM, Disiplinlerarası ilişki; Akronim, Disiplinlerarası ilişki,

Gerçek yaşam problemleri; Ayrı disiplinler olarak STEM, Disiplinlerarası ilişki, 21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM) başlığı altında yer aldığı belirlenmiştir. 8 öğretmen adayının (Ö6, Ö3, Ö15, Ö13, Ö16, Ö14, Ö1, Ö7) ise çizimleri ve açıklamalarında aynı kodlar (Disiplinlerarası ilişki, Ayrı disiplinler olarak STEM, Akronim) belirlenirken görüşme dökümlerinden farklı kodlar (Bağlam olarak Matematik, Bağlam olarak Fen, Disiplinlerarası ilişki, Gerçek yaşam problemleri) tespit edilmiştir. 1 öğretmen adayında ise çizimindeki kod, görüşme dökümü ve açıklamalarından ulaşılan koddan farklı şekilde kodlanmıştır. Yine 1 öğretmen adayının (Ö9) çizim ve görüşme dökümlerine dayanarak aynı kod (Disiplinlerarası ilişki) oluşturulurken, açıklamasına dayanarak farklı bir kod (Ayrı disiplinler olarak STEM) verilmiştir. Adayların son modelleri incelendiğinde ise çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümlerindeki kodlamalar arasında uyuşmazlıkların azaldığı tespit edilmiştir. Katılımcıların 14'sının çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümleri aynı kod başlığı altında başlığı (Disiplinlerarası ilişki ve Ayrı disiplinler olarak STEM) kodlanmıştır. 2 öğretmen adayının açıklamaları farklı bir kod (Disiplinlerarası ilişki, Ayrı disiplinler olarak STEM), çizim ve görüşmeleri ise başka bir kod (Disiplinlerüstü STEM, Disiplinlerarası ilişki) ile kodlanmıştır. 1 öğretmen adayının çizim ve açıklamaları aynı kod (Gerçek yaşam problemleri) ile kodlanırken, açıklaması ise farklı bir kod (Disiplinlerarası ilişki) ile kodlanmıştır. Örneğin, öğretmen adayı Ö3 çiziminde ve açıklamasında sadece iki disiplin arasındaki ilişkiye vurgu yaparken, yarı yapılandırılmış görüşmesi sırasında bağlam olarak Fen'i merkeze alarak diğer disiplinlerle ilişkilendirilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Öğretmen Adayı Ö3'ün bütünleşik STEM modeli ile ilgili çizimi.

Görüşme dökümü: "Teknoloji ve mühendisliği birbirine bağdaştırdım. Çünkü mühendisler teknoloji üretir. Teknolojiyi üretirken de teknolojik ürünleri kullanır. Bu yüzden ikisi de birbiriyle ilişkilidir. Modelimde fen ve matematiği bağdaştırdım. Fende matematik fazlaca kullanıyor. Geometri, açılar, eşitsizlikler olsun. Fende matematik bir araç olarak kullanılıyor yani. Aslında demek istediğim fen her şeyi içine alıyor. Bütün disiplinlerde fen zaten olmazsa olmaz. Feni anadal gibi hepsini kapsadığını düşünüyorum yani. (Ö3, Ön görüşme).

Dört disiplinide ayrı kümeler olarak gösterdim. Burada fen ile matematik, teknoloji ile mühendisliği bağdaştırdım. Teknoloji ile mühendisliği bağdaştırmamın sebebi: mühendisler teknoloji geliştirir. Mühendisler teknoloji geliştirirken var olan teknolojik ürünleri kullanırlar. O yüzden ikisi birbiriyle ilişkilidir (Ö3, Ön açıklama).

Öğretmen adaylarının ilk ve son modelleri Tablo 4.9'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11: Öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modelleri ve değişimleri.

ÖĞRETMEN ADAYI	İLK MODELİ	SON MODELİ	MODEL DEĞİŞMİŞTİR	MODELİ AYNIDIR
Ö1	Gerçek yaşam problemleri	STEM+; Disiplinlerüstü STEM	x	
Ö2	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerüstü STEM	x	
Ö3	Bağlam olarak Fen	Disiplinlerüstü STEM	x	
Ö4	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö5	Gerçek yaşam problemleri	Gerçek yaşam problemleri; STEM+		x
Ö6	Bağlam olarak matematik	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö7	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö8	Disiplinlerarası İlişki	Disiplinlerarası ilişki		x
Ö9	Disiplinlerarası İlişki	Disiplinlerarası ilişki		x
Ö10	Disiplinlerarası İlişki	21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM	x	
Ö11	21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM	Ayrı disiplinler olarak STEM	x	
Ö12	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö13	Disiplinlerarası İlişki	Disiplinlerarası ilişki		x
Ö14	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö15	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö16	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerarası ilişki	x	
Ö17	Bağlam olarak Fen	Bağlam olarak mühendislik	x	

4.3.1. DEĞİŞEN BÜTÜNLEŞİK STEM MODELLERİ

Öğretmen adayların bütünleşik STEM modelleri incelendiğinde 13 modelde değişim tespit edilmiştir. Değişen 2 modelde STEM disiplinleri arasında ilişkilendirmenin azaldığı, 11 modelde ise disiplinlerarası ilişkinin daha detaylı, açık ve anlaşılır bir şekilde yapıldığı belirlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.12: Bütünleşik STEM modellerindeki değişim.

ÖĞRETMEN ADAYI	İLK MODEL	SON MODEL	DİSİPLİN İLİŞKİLENDİRMESİ ARTMIŞTIR	DİSİPLİN İLİŞKİLENDİRMESİ AZALMIŞTIR
Ö1	Gerçek yaşam problemleri	STEM+; Disiplinlerüstü STEM	X	
Ö2	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerüstü STEM	X	
Ö3	Bağlam olarak Fen	Disiplinlerüstü STEM	X	
Ö4	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö6	Bağlam olarak matematik	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö7	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö10	Disiplinlerarası İlişki	21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM		X
Ö11	21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM	Ayrı disiplinler olarak STEM		X
Ö12	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö14	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö15	Gerçek yaşam problemleri	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö16	Ayrı disiplinler olarak STEM	Disiplinlerarası ilişki	X	
Ö17	Bağlam olarak Fen	Bağlam olarak mühendislik	X	

Ö1, Ö4, Ö7, Ö12 ve Ö15'in ön model çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümleri ile karşılaştırıldığında ön modelleri "Gerçek yaşam problemleri" olarak kodlanmıştır. Ö1, Ö4, Ö7, Ö12 ve Ö15 modellerinde STEM disiplinlerini çağrıştıran simgeler çizmişlerdir. Adaylar ilk modellerinde STEM eğitimininin gündelik hayattaki problemlerden yola çıktığını, problemlerin çözümünde STEM disiplinlerinin farklı amaçlar için kullanıldığını söylemişlerdir. Ön görüşmelerden bu durumu örneklendiren bir alıntı aşağıda verilmiştir:

Tasarım yapmadan önce bir problemin olması gerekir.O problemi çözmek için teknoloji fen matematik kullanılıyor. Çözüm oluşturulurken toplumunda ihtiyacı gözetiliyor. (Ö15, ön görüşme)

Dünya farklı sebeplerden zarar görüyor. Küresel ısınma mesela şuanda büyük sorun. STEM bu tür sorunlara çözüm bulmamıza yardımcı oluyor. Diyelimki küresel ısınmadan kaçmak için insanlara uzaya göndereceğimiz bir araç yapmaya çalışıyoruz. Bu mühendislik. Bunun için hangi materyali kullanacağımızı bize söyleyen fen oluyor. Hangi malzeme hangi sıcaklığa ya da soğukluğa dayanıklı… bunu bize fen söylüyor. Aleti yaparken, yaptıktan sonra da matematik kullanıyoruz. Matematik sayısal olarak kanıtlanabilirliği görebilmemizi sağlıyor. Soyut ifadelere nicelik kazandırarak somutlaştırıyor. Ürettiğimiz alette bir teknoloji. (Ö12, ön görüşme)

Ö1, Ö4, Ö7, Ö12 ve Ö15'in son çizimleri ile model açıklamaları ve görüşme dökümleri karşılaştırıldığında Ö1, Ö4, Ö7, Ö12 ve Ö15'in son modellerinde (Disiplinlerarası ilişki) STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye odaklandıkları, Ö1'in ise son modelinde (STEM+ ve Disiplinlerüstü STEM) STEM eğitiminde fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve diğer disiplinlerin (örneğin, sosyal bilgiler) kullanımından bahsetmiştir. Ö1 son modelinde STEM'in bütünleşik doğasından yola çıkarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki ilişkiyi açıklamıştır. Disiplinlerarasındaki ilişkiyi açıklarken geliştirdiği ders planından örneklerde vermiştir. Ö4, Ö7 ve Ö12 son modelinde disiplinler asındaki ilişkileri göstermek için iki yönlü oklar kullanmışlardır (Bakınız, Şekil 4.5). Ö7 son görüşmede mühendislik tasarım sürecinin döngüsel yapısına değinmiştir ve STEM eğitiminin 21. yy. becerilerini geliştirdiğini de belirtmiştir. Ö4, STEM eğitiminde STEM disiplinlerine özgü bazı becerilerin kullanıldığını (örneğin fen bilimlerinde bilimsel sorgulama, matematikte matematiksel modelleme, teknoloji de hesaplı düşünme becerisinin, mühendislikte ise mühendislik tasarım süreci becerileri) ve öğrenme senaryolarına göre bu becerilerin bir arada kullanımını da öğrenildiğini belirtmiştir. Bu durumu örneklendiren alıntılar aşağıda verilmiştir:

STEM'i beyaz renk olarak düşündüm. Beyaz renk tüm renklerin karışımından meydana geliyor. Ve her renk bir disiplini temsil ediyor modelimde. Her disiplin birbiriyle bağlantılı. Disiplinler birbirinden bağımsız değiller. Disiplinlerarasında bilgi akışı var. Günlük yaşam STEM'in ayrılmaz bir parçası. Mesela izotonik çözelti oluştururken bir kişinin probleminden yola çıkıyoruz. Çözüm bulma arayışına giriyoruz. Bu sebeple doğa ve diğer

disiplinleri STEM modelimde kullandım. Fende de matematik kullanabilirler. Mesela fizikle ilgili bir şey yaptırırken. Hız problemlerini çözerken matematik kullanırlar. Matematik ürünü test ederken, formül oluştururken kullanılır. Ürünü oluştururken de matematik kullanabilirler. Mesela izotonik çözelti oluştururken malzemeleri 2/3 oranında kullandılar. Oran, orantı, kesir bilgilerini kullandılar. Prototipi test ederken, yeniden oluştururken de matematik kullandılar. Mühendislikte bir ihtiyacı karşılamak için sistem, süreç veya ürün tasarlanır. Mesela bir kimya mühendisi çevre mühendisi ile çalışarak bir ürün tasarlayabilir. Teknolojiyi bir ihtiyacı yerine getirmek değiştirmek için kullanır. Ürünü oluştururken de teknoloji kullanılır. Mesela izotonik içecek yaparken farklı maddelerin tartımları yapılır. Ya da araştırma yaparken, ürünle ilgili verileri excele girebilirler. Yani ürünü yapmadan önce ve ürünü denerken teknolojiyi kullanabilirler. Teknoloji, matematik baz alınarakta diğer disiplinlerin kullanıldığı STEM öğrenme ortamları da oluşturulabilir. Mesela sosyal bilgiler öğretmeniyim. Alanımda bir STEM etkinliği yaptırmak istiyorum. Sosyal bilgiler kazanımlarımın yanında diğer disiplinleri de entegre ederek veririm. Günlük yaşam STEM'in ayrılmaz bir parçası. Bu sebeple doğa ve diğer disiplinleri STEM modelimde kullandım(Ö1, son görüşme).

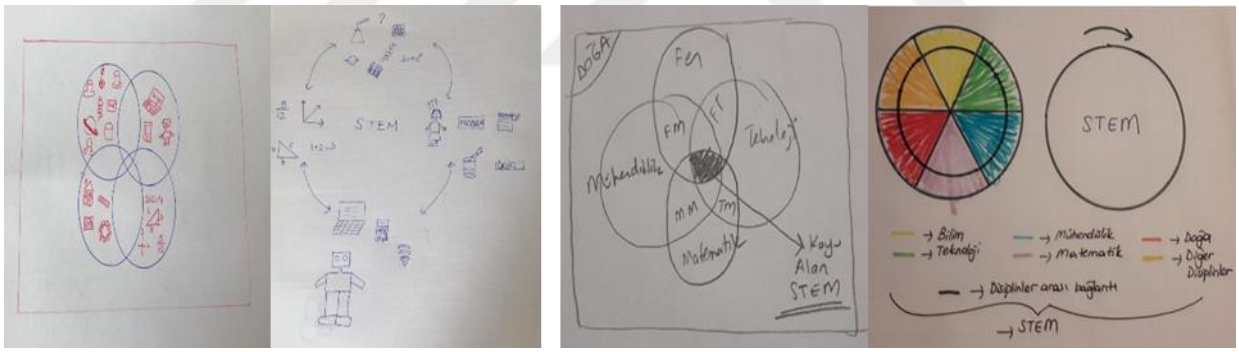
Matematik, mühendislik ve teknoloji bilimden bilgi alır. Mesela mühendislikte ilaç geliştiren mühendisler var. Bunlar bir soruna çözüm ararken fenden, teknolojiden yardım alarak çözüm geliştirirler. Mesela bir mühendis köprü yapacaksa köprü için önce yer belirlemeli. Bunun için önce toprağın jeolojik yapısını, konumunu göz önünde bulundurur. Doğal afetlere dayanıklılığını düşünür. Teknolojiden yararlanarak araştırmalar yapar. Çimento vb. kulalanacaksa çimentonun kalitesini, standartlarını deneyler yaparak, ölçerek bulur. Bilgisayarda bölgenin sanal krokisini çıkarır. Çizmini yapar. Matematik bence her alanda kullanılır. Enzim gibi birşey yani. Teknoloji alanında mesela bir program geliştirirken, hesaplamalar yaparken kullanılır (Ö15, son görüşme).

Mühendislik tasarım sürecinde problemin çözümü için nelerin yapılması gerektiğini, hangi kavramların bilinmesi gerektiğinin belirlenmesi gerekir. Sonrasında olası çözüm yollarının, kriter ve sınırlılıkların tespit edilmesi

önemlidir. Uygun çözüme karar verildikten sonra ürün test edilir. Mesela diş macunu yapımında beyazlatıcı özelliğine Vita Sklası ile karar vermiştik. Diş macunun en son haline ise test ettikten sonra, formülasyonunda değişiklikler yaptıktan sonra karar vermiştik. Öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde, ya da bizim yaptığımız gibi STEM etkinlikleri yaparken problem çözme, iletişim gibi farklı becerilerini de kullanır. Mesela biz ürün afişleri hazırlamıştık, afişi de sınıfta sunmuştuk (Ö7, son görüşme).

STEM eğitiminde disiplinlere özgü beceriler bazen bir arada bazen tek başına kullanılıyor. Mesela matematikten matematiksel modelleme, fenden bilimsel sorgulama, teknolojiden hesaplamalı düşünme, mühendislikten mühendislik tasarım becerilerleri gibi beceriler. Disiplinler ayrı ayrı öğretilirken birini kullanıyoruz. Mesela fen derslerimizde bilimsel sorgulama becerisini kullanarak deneyler yapıyoruz. Matematik dersinde bir probleme matematiksel bir formül yazıp çözüyoruz (Ö4, son görüşme).

Gerçek yaşam problemleri, Disiplinlerarası ilişki ile STEM+ ve Disiplinlerüstü STEM'i örneklendiren Ö1 (ve Ö7 (solda)'nin ön ve son model çizimleri Şekil 4.5 olarak verilmiştir.



Şekil 4.5: Ö7 (solda ön ve son model) ve Ö1(sağda ön ve son model)'in model çizimleri.

Ö2, Ö14 ve Ö16'nın ön modelleriyle ilgili çizimleri, açıklamaları ve görüşme dökümanları ile karşılaştırılmış ve adayların ilk modelleri "Ayrı disiplinler olarak STEM" başlığı altında kodlanmıştır. Çizimlerinde adaylar STEM disiplinlerini çağrıştıran simgelere yer vermişlerdir. Görüşmeler sırasında fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin özelliklerinden ayrı ayrı bahsetmişlerdir. Disiplinlerin bir diğer disiplinde kullanımını örneklendirmişlerdir. Ö14 ve Ö2 özellikle mühendislikte matematiğin, Ö2 bilimin mühendislikte kullanımıyla ilgili örnekler verilmiştir. Ö14 bilimin diğer disiplinlerde kullanıldığından bahsetmiştir ama detaylı bir açıklama yapmamıştır. Katılımcılar disiplinlerin

bir birinden bağımsız olduklarını da dile getirmişlerdir. Aşağıda bu durumu örneklendiren bir söylem verilmiştir:

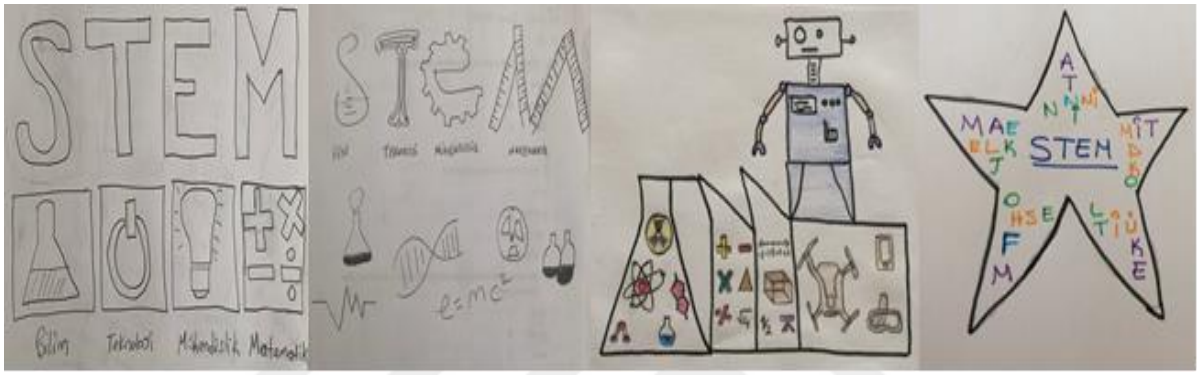
> *Modelimi bir çatı altında farklı alanların olduğu bir fabrikayı düşünerek çizdim. Hepsi farklı alanlarda, etkileşim içinde çalışır. Ortaya bir ürün çıkar. Diyelimki insanlara hizmet etmesi için bir robot yapacağız. Nedir bu aslında? Bir teknolojidir. Bu robotun aynı zamanda boyutunu ayarlamamız için matematiği kullanmamamız gerecek. Yazılım yazarkende matematiği kullanıyoruz. Yanlış bilmiyorsam birler ve sıfırlar var. Kodu yazarken onlar kullanılıyor. Hesaplamaları yaparken, gösterimlede sayısal ifadelerde matematik kullanıyoruz. Robotun tasarlaması sürecide mühendislik. Hepsini yaratıcılığı kullanarak yapacağız. Bilim ortaya çıkacak (Ö2, ön görüşme).*

Ö14, Ö2 ve Ö16'nın son model çizimleri, açıklamalar ve görüşme dökümleriyle karşılaştırıldığında, Ö14 ve Ö16'in son modellerinde (Disiplinlerarası ilişki) STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye odaklandıkları, Ö2'nin ise son modelinde (Disiplinlerüstü STEM) STEM öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin ilişkine, STEM eğitiminin doğasına odaklanarak modelini çizdiği belirlenmiştir. Ö16 modelinde STEM disiplinlerini çağrıştıran simgelere tekrar yer vermiştir. İki yönlü oklar kullanarak disiplinlerarası ilişkiyi göstermiştir. Ayrıca aday mühendislik tasarım sürecinin döngüsel yapısından bahsetmiştir, mühendislik ve bilimi de kıyaslamıştır. Bu durumu örneklendiren görüş aşağıda verilmiştir:

> *Mühendis insanlar için bir şeyler geliştirir. Bir ihtiyaca yönelik ürün tasarlar. Ürün tasarlarken mühendisliğin aşamalarının takip edilmesi önemli. Bilimde de benzer bir yol var. Problem bulunur, tanımlanır, çözüm önerileri düşünülür, araştırmanın nasıl yapacağı belirlenir, veri toplanır, deney yapılır. Mühendislikte de mühendislik tasarım sürecini takip ederiz. Problemi tanımlar, çözüm yollarını düşünür, uygun çözüm yoluna kriter ve sınırlılığı düşünüp karar veriririz. Sonra modelini yaparız. Modelde başarısız noktalar varsa modele geri döneriz, revize ederiz, tekrar modeli düzenleriz. Bilim de mühendislikte geri dönüp, düzenlemeler yapıyoruz (Ö16,son görüşme).*
>
> *Modelimde fen, mühendislik, matematik ve teknoloji birbiriyle bağlantılıdır. Matematikteki bilgileri fende kullanıyoruz. Mühendisin tasarımını oluşturmadan evvel feni, teorik bilgiyi bilmesi gerekiyor. Mühendis matematiği oluşturduğu prototipin ölçümünde, hesaplamalarında kullanır.*

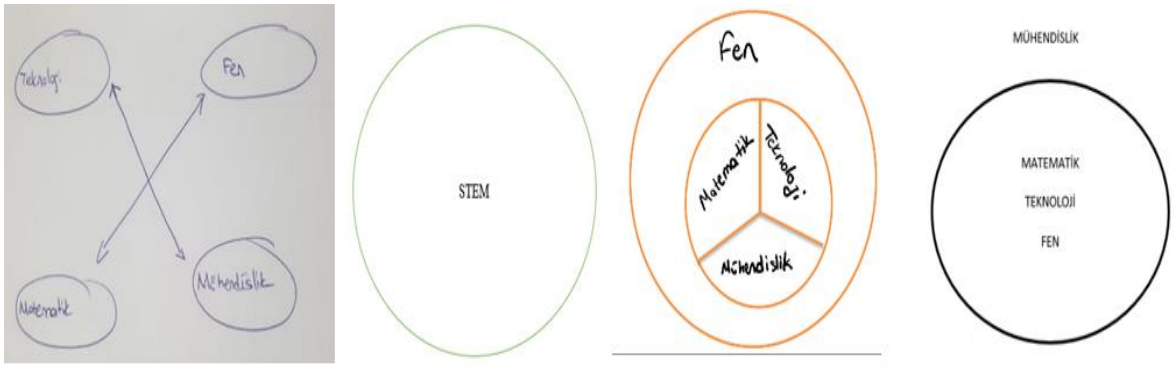
Mesela boyutunu hesaplarken. Ürünü yapmadan öncede boyutlarıyla ilgili hesaplamalar da yapabilirler. Bilim insanları teknolojiyi, interneti araştırma yapmak için kullanır. Deney yaparken de teknolojik ürünler kullanılır. Mesela erlenmayer bir teknoloji ürünüdür. Deney yaparken kullanılır. Bir matematikçi ise verileri girmek için teknolojiyi kullanır (Ö14, son görüşme).

Ayrı disiplinler olarak STEM, Disiplinlerüstü STEM ve Disiplinlerarası İlişki'yi örneklendiren Ö2 (sağda) ve Ö16 (solda)'nın ilk ve son model çizimleri Şekil 4.6 olarak verilmiştir.



Şekil 4.6: Ö16 (solda ön ve son model) ve Ö2 (sağda ön ve son model)'nin model çizimleri.

Ö3 ve Ö17'nin ön model çizimleri, model açıklamaları ve görüşme dökümleri ile karşılaştırıldığında ön modelleri "Bağlam olarak Fen" olarak kodlanmıştır.



Şekil 4.7: Ö3 (solda ön ve son model) ve Ö17 (sağda ön ve son model)'nin model çizimleri

Ö17 ve Ö3 bütünleşik STEM modellerinde feni merkeze alarak matematik, mühendislik ve teknoloji ile ilişkilendirmişlerdir (Şekil 4.7). Ön görüşmelerden bu durumu örneklendiren bir alıntı aşağıda verilmiştir:

Bizim alanımız fen olduğu için STEM'in feni genel olarak kapsaması gerekiyor. Yani diğer disiplinlerin fenin altında alınması gerekiyor.

Disiplinlere farklı ağırlıklar verilebilir. Fen öğrencilerin doğada, günlük hayatta gördükleri herşeyi anlamalarını sağlıyor. Matematik hesaplama yapmak için kullanılabilir. Basit makinalar konusunu düşünelim. Bir ağırlığı üst katlara çıkarmak için merdiven kulanmak yerine bir sistem tasalamalarını isteyelim. Burda cismin ağılığını, yolu hesaplayacaklar. Öğrenciler mühendislik tasarımını yaparken feni bilmeliler (Ö17, ön görüşme).

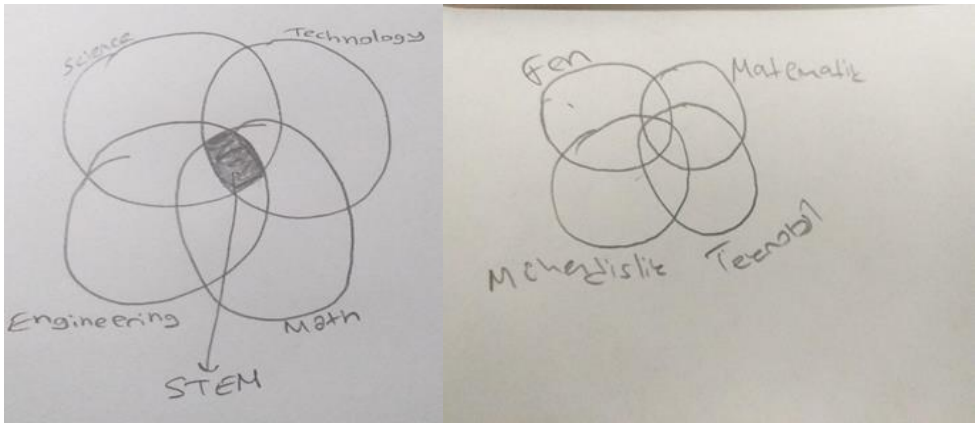
STEM de dört disiplini kullanarak fen kavramlarını öğretiyoruz. Fen herşeyi içine alıyor. Mühendisliği de, teknolojiyi de, matematiği de. Teknoloji, matematik, mühendislik olmadan fen olmaz zaten. Feni anadal gibi düşünüyorum yani (Ö3, ön görüşme).

Ö3 ve Ö17'nin son model çizimleri ile model açıklamaları ve görüşme dökümleri kıyaslandığında ise Ö17'nın son modeli "Bağlam olarak Mühendislik", Ö3'nın son modeli ise "Disiplinlerüstü STEM" olarak belirlenmiştir. Ö17 son modelinde mühendisliği merkeze alarak bilim, matematik ve teknoloji ile ilişkisini ifade etmiştir ve 21. yy. becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Ö3 ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki ilişkiyi STEM eğitimi bağlamında düşünerek disiplinlerarasındaki ilişkiyi açıklamıştır. Ö17 STEM eğitiminin doğasını açıklarken STEM'in bütünleşik doğasını hazırlamış olduğu ders planından örnekler vererek anlatmıştır. Son görüşmelerden bu durumu örneklendiren alıntılar aşağıda verilmiştir:

Modelimde dört disiplini iç içe çizdim. Bir tasarım yaparken fen, matematik, mühendislik kullanılır.Fen de teknoloji, matematik, mühendislik ürünü kullanılabilir. O yüzden tüm disiplinler kesişir.Dört tanesini bir bütün olarak gösterdim. Yani STEM dendiğinde hepsi içinde bir bütün. Hepsi bir dairenin içinde. Disiplinlerüstü diyebiliriz. STEM de fen bilimleri ile öğrenciler kavramları öğrenir. Kavramları bilmeden tasarım yapamazlar. Matematiği deney yaparken kullanıyorlar. Mesela grafik çiziyorlar. Bir karışım oluştururken hangi maddeden ne kadar koyacaklarını matematik ile belirliyorlar. Mühendisliği öğrenciler ürün tasarlarken kullanır. Teknoloji ise sanal laboraruvarlarda deney yaptırırken, asit baz indikatörünü yaparken, pH kağıdı yaparken kullanabilirler. Teknoloji ölçüm yaparken de kullanılabilir. (Ö3, son görüşme).

Modelimin mühendislik temelli olmasını daha doğru buldum. Ama içinde mutlaka fen, teknoloji ve matematiğinde bulunması gerektiğini düşündüm. Modelimde bir mühendislik teması belirliyorum. Diğer disiplinleri de ona göre ilişkilendiriyorum. Bilim insanları yiyeceklerin daha uzun süre saklanmasıyla ilgili yöntemler üzerine araştırmalar yapıyorlar. Mühendislerde bunun üzerinden giderek yemeklerin daha uzun süre kalmasını sağlayacak bir buzdolabı geliştiriyor. Bunu A sınıfı, B sınıfı diye ekonomikleştiriyor. Buzdolabı üretilirken matematikte kullanılıyor.Ürünün performansını yorumlarken grafikler çiziliyor. Hesaplamalar yapılıyor. Ürün yapılmadan önce, yapıldıktan sonra maliyetini hesaplarken hep matematik kullanılır. Ürünü denerken, verileri girerken, araştırma yaparken, problemi tanımlarken teknoloji ve teknolojik aletleri kullanıyoruz. STEM eğitimi ile 21. yy becerileride gelişir. Mesela grup içinde çalışırken öğrencilerin birbirlerinin görüşlerine saygı duymaları, bir fikir üzerinde uzlaşabilmeleri gerekir. Bazen liderlik özelliklerini de kullanmaları gerekir (Ö17, son görüşme).

Ö6 (Şekil 4.8)'nın ön model çizimi ile model açıklaması ve görüşme dökümleri karşılaştırıldığında ilk modeli "Bağlam olarak matematik" olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8: Ö6'nın ön ve son model çizimleri.

Aday çiziminde dört STEM disiplinini ve ilişkisini çizmiştir. Ancak yarı-yapılandırılmış görüşmeler esnasında adayın modeli merkeze matematiği alarak zihninde yapılandırdığı belirlenmiştir. Bu durumu örneklendiren alıntı aşağıda verilmiştir:

Modelimde dört disiplini kesiştirdim. İkili olarakta disiplinler kesişiyor. Dört ayrı disiplini ayrı şemalar olarak çizdim. Disiplinleri şöyle ilişkilendirdim

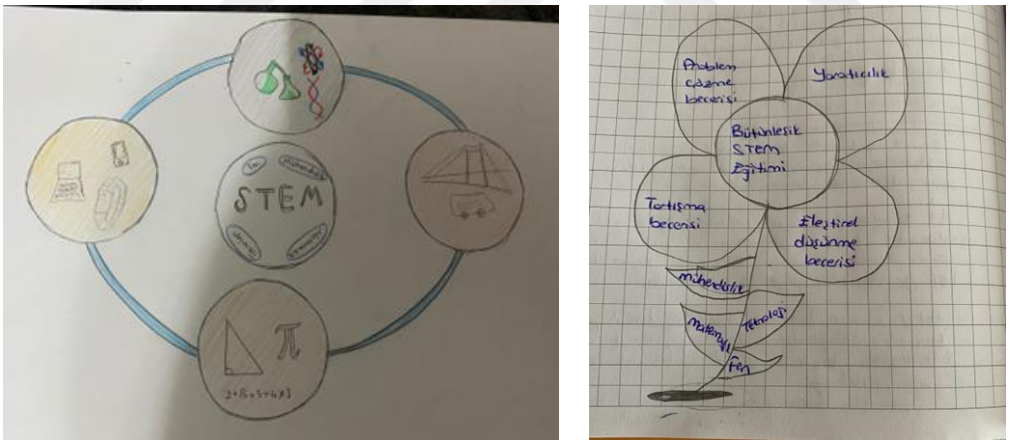
matematik üç disiplininde temelini oluşturuyor. Matematiksiz teknoloji, mühendislik ya da fen ifade edilemez. Tüm disiplinlerin temelde matematikle bağlantısı var. Mesela mühendislik disiplinin düşündüğümüzde matematik bir ürün denemesini açıklamak, ifade etmek için kullanılabilir ya da ürün geliştirirken matematiksel olarak önce ifade edilebilir. Yani aslında diğer disiplinler matematiğin alt kümesi. Mühendislik, fen ve teknolojide birbiriyle ilişkili ve içiçe. Matematikte bu disiplinleri kapsayan büyük küme. Mühendislikte tasarım aşamasından sonra ortaya bir ürün koyacağız. Bu ortaya koyulma aşamasında matematikten,fenden yararlanmamız gerekli. Örneğin boyutlarını ebatlarını ölçmek için. Oranları hesaplarken matematik kullanırız. Modeli kağıt üzerinde tasarlarkende matematik kullanırız. Fenide dediğim gibi matematiğin alt kümesi olarak koyardım. Fende de yine matematiğe ihtiyacımız var. Matematik ile feni daha iyi ifade ederiz. Mesela fende bir ürün geliştirdik. O ürünü tanıtırken matematiksel ifadelere dayandırarak anlatırız. Teknoloji ise diğer disiplinlerdeki çalışmalar sonucu ortaya çıkar ve yine disiplinlerin yeni çalışmalar gerçekleştirmelerini sağlar (Ö6, ön görüşme).

Ö6'nın son model çizimleri ile model açıklamaları ve görüşme dökümleri incelendiğinde son modeli "Disiplinlerarası ilişki" olarak belirlenmiştir. Ö6'nın son modeli çizimi ile ilk model çizimi arasında farklılık yoktur. Ancak Ö6 görüşmeler esnasında ilk ve son modelini detaylandırmıştır. Modeller arasındaki uyuşmazlık görüşmelere dayandırılarak iki model arasındaki farklılıkların belirlenmesiyle giderilmiştir. Ö6 son modelinde dört STEM disiplini arasındaki ilişkiyi STEM eğitiminin bütünleşik doğasını düşünerek açıklamıştır. Ayrıca son görüşme sırasında mühendislik entegrasyonun öğrencilerin farklı becerilerini (soyut düşünme, iş birliği, iletişim gibi) geliştirdiğini de belirmiştir. Bu durumu örneklendiren alıntı aşağıda verilmiştir:

Modelim de disiplinlerin birbiriyle ilişkili olduğu noktalar var. Ama bunu ben modelimde net gösteremedim. Mühendislik ile öğrencilerin farklı becerileri gelişir. Mesela girişimcilik, problem çözme becerileri gibi. Modelimde tüm disiplinleri birbiriyle ilişkilendirdim. Örneğin, mühendislik çalışmaları teknoloji kullanımını gerektiriyor. Mühendislik çalışmaları sonucunda yeni bir teknoloji elde edebiliyoruz. Mühendislik çalışmaları fen çalışmalarını, matematik çalışmalarını da kapsayabiliyor. Yani mühendislik çalışması

yapabilmek için fen ve matematik disiplinlerine ihtiyacımız var. Mesela bir ürün ortaya koyarken ebat ayarlamada matematiğe ihtiyacımız var. Fende ise matematiği yine hesaplamalarda kullanıyoruz. Mesela kimyasal formülle hesaplama yapıyoruz. Bir teknolojik çalışma yaparkende matematikten yararlanabiliriz. Yeni bir teknolojik ürün geliştirirken matematiğe ihtiyacımız var. Bir teknolojik ürün geliştirmek için mühendislik çalışmaları da gerekli. Fende mühendislik kullanılır. Mühendislikte farklı ürün tasarımları yapılıyor. Fene tasarımda, mühendislik tasarım süreci boyutunda ihtiyacımız var. Örneğin bir uçak kanadı tasarlamak istiyoruz. Uçağın uçmasını kolaylaştıracak hava akımı, basınç gibi bilgileri kullanıyoruz. Uçak kanadı tasarlamak mühendislik zaten. Mühendislik ile öğrencilerin farklı becerileri gelişir. Mesela soyut düşünme, iş birliği, iletişim gibi (Ö6, son görüşme).

Ö10 kodlu öğretmen adayının ilk modelinin çizimi, model açıklaması ve görüşme dökümleri ile karşılaştırılmıştır ve adayın ilk modeli "Disiplinlerarası İlişki" olarak belirlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Ö10'nun ön ve son modeli.

Ö10 ilk modelinde STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi ifade ederken STEM disiplinlerinin her birinin bir diğer disiplinde kullanımına örnekler vermiştir. Ö10'nin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi açıkladığı görüşüne aşağıda yer vermiştir:

Mühendisliğin içinde fen, fizik var. Tasarım yaparken fen kullanılır.Teknoloji bir ürün oluştururken kullanılır. Teknoloji nasıl diyeyim.... tasarım kısmında var. Yani ürünün o anki dönemde, son halini, en son halini tasarlama sürecinde var aslında. Mesela köprü yapılıyor. Köprünün uzunluğunun

ölçümü yani nicelik kısmında matematik var. Bu malzemelerin boylarında matematik var.Deney yapıyoruz diyelim. Deneyin süresini ölçmede, şu çözeltiden ne kadar koyacağım, işte toplayınca bu çözeltilerden ne kadar oluşur? Bu kısmında da matematik var. Ölçüm, hesaplama kısmında da matematik var. Var olan bir teknolojiyi kullanarak birşey geliştiriyoruz. Yani ürün geliştirme sürecinde de teknoloji kullanılıyor. Bilimde teknolojiyi…Bilgisayardan video izletirken,slayt hazırlarken veya bir karikatür tasarlarken de teknoloji kullanılıyor (Ö10, ön görüşme).

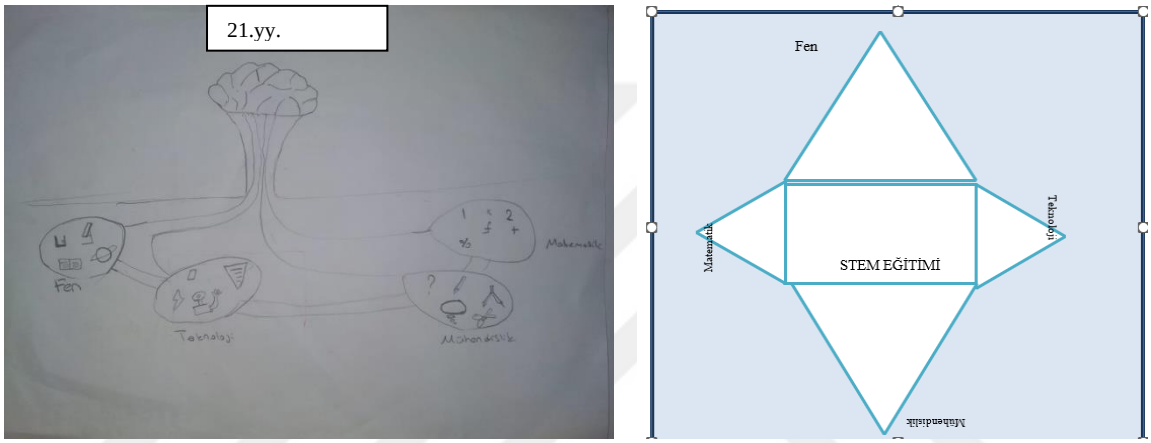
Ö10'nun son modeli, model açıklaması ve görüşme dökümleri ile kıyaslandığında ise son modeli "21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM" olarak belirlenmiştir (Şekil 4.10). Aday son modelinde STEM disiplinleri arasındaki ilişkiden ziyade STEM eğitimi ile öğrencilere kazandırılmak istenen 21. yy. Becerilerine odaklandığı belirlenmiştir. Adayın görüşleri aşağıda verilmiştir:

STEM eğitimini çiçek olarak hiç düşünmemiştim. Sonra aklıma çiçek çizebileceğim geldi. Yapraklarına matematik, mühendislik, fen ve teknoloji yazdım. STEM'in derinliklerinde bu disiplinler var. Çiçeklerin yapraklarına 21.yy. becerilerini koydum. Çünkü STEM eğitimiyle çocuklara bunları kazandırmayı hedefliyoruz. Modelimi çizerken önce STEM eğitimiyle öğrencilere kazandırılması gereken becerilerin neler olduğunu düşündüm. Sonra bir ürün tasarlarken hangi disiplinlerden yararlanılıyor diye düşündüm. STEM'de bir problem ile başlarsın. Problemi çözerken yaratıcılık önemlidir.Bu süreçte eleştirelde düşünmek gerekir. Grup çalışması yapılıyorsa tartışma becerileri de kullanılır. Problemi çözerken problem çözme becerileri de kullanılır tabi (Ö10, son görüşme).

Ö11 çizdiği modelde 21.yy. becerilerini öne çıkararak, fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri arasındaki ilişkiyi dile getirmiştir. Ö11 farklı becerilerin STEM disiplinlerinde kullanıldığını belirtmiştir. Modelini farklı becerilerin STEM disiplinlerinde kullanılması üzerine kurmuştur. Bu durumu örnekleyen ön görüşmelerden alıntı aşağıda verilmiştir:

Beyin ile 21.yy. becerilerini gösterdim. Disiplinleri de gösterdim. Modelimde 21. yy. becerilerini ön plana çıkarmaya çalıştım. Çünkü 21.yy. becerilerini kullanarak tasarımlar yapılıyor. Deneyler yapılıyor. Fenle ilgili kavramları öğrenmeleri için matematik bilmeleri gerekiyor. Mesela yoğunluk

hesaplamak için matematik bilmeliler. Fen dersilerinde öğrenciler fen yasalarını, kavramlarını öğrenirler. Bilimsel metodu öğrenirler. Fen ile analitik düşünmeyi öğrenirler. Mühendislik tasarıma dayanıyor. Mühendislikte de matematik kullanılıyor. Birşey tasarlamak için fen bilimlerine ihtiyaç var. Fiziğe, kimyaya ihtiyaç oluyor. Mühendislikte 21. yy. becerileri de kullanılıyor. Yaratıcılık, iletişim gibi. Teknoloji geliştirirken var olan teknolojiler kullanılır. Mühendis üretim yapmak için hem teknolojiyi tasarlıyor hem de üretim yapmak için teknolojiyi kullanıyor (Ö11, ön görüşme).



Şekil 4.10: Ö11'in ön ve son model çizimleri.

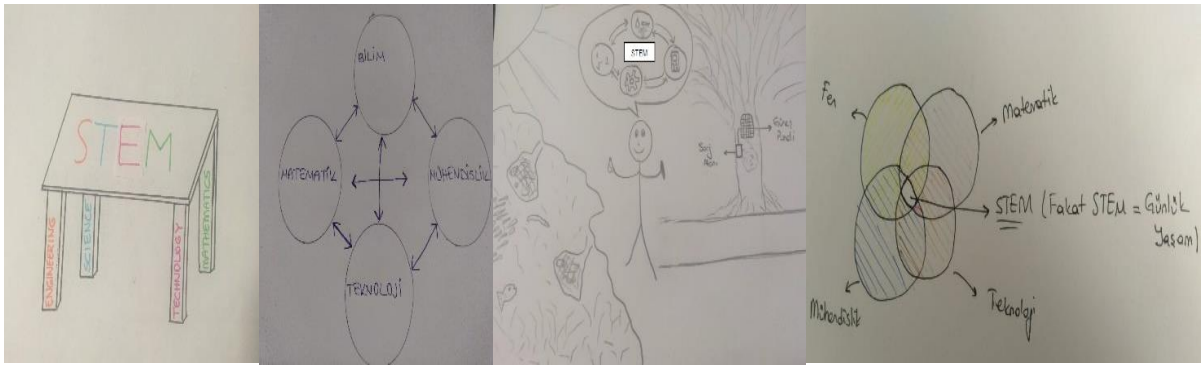
Ö11'in son model çizimi ile açıklama ve görüşme dökümleri karşılaştırıldığında son modeli "Ayrı disiplinler olarak STEM" olarak belirlenmiştir. Aday son modelinde STEM eğitimi ile öğrencilere kazandırılan 21.yy. becerilerinin olduğunu dile getirmiştir. Ancak son modeliyle ilgili yapılan görüşme sırasında fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasındaki ilişkiye daha çok odaklanmıştır. Bu durumu örneklendiren alıntı aşağıda verilmiştir:

Modelimde 4 disiplin var. STEM eğitiminde fen, matematik, mühendislik, teknoloji ilişkilendirelek 21. yy. becerileri kazandırılır. Fen bilimsel bilginin gelişmesi için kullanılıyor. Teknoloji fenle bağlantılı. Teknolojinin kaynağında fen var. Mühendislikte de tasarım yapılıyor. Fende bilimsel bilgi ne kadar gelişirse teknolojide ona bağlı olarak gelişiyor. Teknolojinin temel amacı insan hayatının konforunu arttırmak. Konforu arttırırken de bilimsel bilgi, fendeki bilgi kullanılıyor. Oradan teknolojik ürünler oluşturuluyor. Mühendislikte öğrenciye tasarım süreçlerini öğretiyoruz. Buna bağlı olarak analitik düşünme becerisi gelişiyor. Matematik tablo oluşturma, sayısal

verileri yorumlama, geometrik hesaplamalar yapma, sayısal işlemler yapma için kullanılabilir. Deneylerden sonra verileri yazıp matematiksel olarak yorumlamalarda yapabilirler. Yani fen deneylerinin sonuçlarını yorumlamada da matematik kullanılır. Mühendislikte ürünü yaparken matematik kullanılır. Mesela inşaat mühendisi bina yaparken rüzgarın etkisini ölçmek için matematiksel hesaplamalar yapabilir. Ya da diş macunu yaparken kullanılacak maddeleri oranlarken de matematiksel hesaplamalar yapılabilir. Teknoloji ürün oluştururken kullanılabilir. Mesela teknolojik ölçüm cihazları kullanılabilir. Mesela ürünün pH'ının, neminin ölçümünde teknolojik araçlar kullanılır. Laboratuvarlarda farklı karıştırıcı cihazlar kullanılır. Teknolojik ürün kullanılarak tasarlanan ürün bir teknolojik ürün olabilir, olmayabilirde. Fen de de bir maddenin yoğunluğunu hesaparken mesela matematik kullanılabilir (Ö11, son görüşme).

4.3.2. Değişmeyen Bütünleşik STEM Modelleri

Öğretmen adayların ön ve son bütünleşik STEM modelleri incelendiğinde 4 modelde herhangi bir değişim belirlenmemiştir. Ö8, Ö9 ve Ö13'ün ön ve son modelleri "Disiplinlerarası İlişki", Ö5'in ise ön ve son modeli "Gerçek yaşam problemleri" olarak kodlanmıştır. Ancak Ö5, Ö9 ve Ö13'ün ilk ve son modelleri incelediğinde model çizimlerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Ön ve son modeller arasındaki bu uyuşmazlık görüşme dökümlerine dayandırılarak giderilmiştir. Ön ve son modellerin özellikleri belirlenmiştir. Şekil 4.11'de ön ve son modeller arasındaki uyuşmazlık gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Ö13 (solda ön ve son model) ve Ö5 (sağda ön ve sol model)'in modelleri.

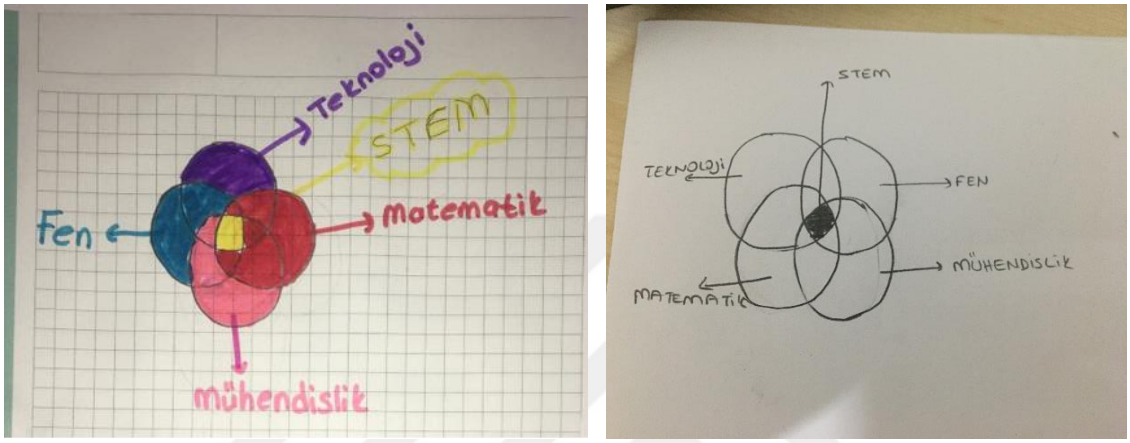
Ö5, Ö9 ve Ö13'ün ön ve son modelleri model çizimleri, model açıklamalarına ve görüşme dökümlerine dayandırılarak belirlenmiştir. Adaylar her iki model de aynı özelliklerden bahsetmiştir. Ancak son modellerinde STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri daha detaylı

olarak, örnekler vererek açıklamışlardır. Ö5 modelini açıklarken gündelik yaşam problemlerinin çözümünde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik dışında coğrafya, tarih gibi disiplinlerinde kullanılabileceğini ifade etmiştir ama farklı disinplinlerin STEM'de kullanımına örnekler vermemiştir. Bu durumu örneklendiren alıntılar aşağıda verilmiştir.

> *Çevremizde bir takım sorunlar var. Bu sorunları sadece fenle çözmeye çalışırsak eksik kalıyoruz. Bunları teknolojiyi, matematiği ve mühendisliği birleştirerek çözüyoruz. Mesela çevre sorunları. Bu disiplinleri bir arada kullanınca çözüm üretebiliyoruz. Fen, teknoloji, matematik ve mühendisliği ayrı disiplinler olarak çizdim. Bunlar arasındaki ilişkileri oklarla gösterdim. Bazı disiplinlerde ilişkili ama oklarla göstermedim. Mesela matematik ve mühendislik arasındaki ilişkiyi okla göstermedim ama ilişkililer. STEM de disiplinler hep beraber entegre edilerek kullanılır. Disiplinler birbiriyle ilişkili zaten. Ama disiplinler birbirinden ayrı çizildi. (Ö5, ön görüşme)*
>
> *Biz fen, matematik, teknoloji ve mühendisliği öğrenirken farklı disiplinler olarak öğreniyoruz. Ama STEM aslında bunların hepsinin bir arada toplandığı, kesişim kümesiyle beraber bu disiplinlerin birleştiği nokta bence. Bu alanı küçük bir alan olarak gösteriyoruz ama gündelik hayatımın hemen hemen her yerinde var. Modelim günlük yaşamla ilgili. Günlük yaşamı şöyle düşünüyorum: çevremde gördüğüm bütün cihazlar, ürünler bir STEM ürünü. Bir televizyondan masaya kadar hepsi STEM ürünü. Mesela diş macunu. Modelimde iki disiplinin kesiştiği yerler var. Tek disiplin olan yerlerde var. Bir de hepsinin kesiştiği alan var. Modelim disiplinlerin hepsinin birbiriyle entegre olabileceğini gösteriyor.Her biri arasında ilişki var. Bütün hepsinin de ilişkili olduğu ortak bir alan var. Keşismeyen alanlar bizim klasik derslerde gördüğümüz yerler olabilir. Mesela hücrenin enerji üreten yapısı mitokondridir. Bu sari olan kısımdır. Direk disiplinle ilgili olan bilgi kısmıdır. Ama matematikle entegre edildiği zaman bir analiz yaptırılabilir. Mühendisliğin kendine ait bir bilgisi vardır. Mühendislik fakültelerinde görülen teorik mühendislik bilgisi sadece mühendisliğe özgüdür. Fen bir ürünü oluşturmadan evvel bilmemiz gerekenleri ifade ediyor. Mühendis farklı bilgileri birleştirerek insanların ihtiyacına yönelik birşeyler yapıyor. Benim modelimde de böyle. Mühendislikte farklı disiplinler entegre ediliyor. Bir ürünü oluştururken teknoloji kullanılıyor. Bunun dışında kullanılan*

malzemeler de teknolojik malzemeler olabiliyor. Gündelik yaşam problemlerin çözümünde coğrafya, tarih gibi farklı disiplinlerde kullanılabilir (Ö5, son görüşme).

Ö8'in ön ve son modellerine ait çizimler kıyaslandığında adayın modelinde herhangi bir değişikliğe gitmediği tespit edilmiştir. Aşağıda Ö8'in ön ve son modellerine ait çizimleri Şekil 4.12'de verilmiştir.



Şekil 4.12: Ö8'in ön ve son modelleri.

Ancak Ö8 yarı yapılandırılmış görüşmeler sırasında STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri son görüşmede detaylandırarak açıklamıştır. Bu durumu örneklendiren alıntı aşağıda verilmiştir:

STEM'in hepsinin kesişimi olmasını istedim. Yani matematik, mühendislik, teknoloji ve fenin kesişmasi gerektiğini düşündüm. Bir ürün tasarlarken fenden yola çıkıyoruz. Örneğin, güneş arabası tasarlanırken fendeki bilgiler kullanılıyor. Matematiği şematik, grafiksel yorumlar yaparken, hesaplamalar yaparken kullanıyoruz. Matematiği arabayı test ederken de kullanabiliyoruz .Mühendislik arabanın iç yapısını, dış yapısını tasarlanırkende kullanılır. Mesela hangi malzemeden ne kadar kullanılacak? Ne işe yarayacak? Farklı bölümlerde hangi malzemeler kullanılacak? Bunları yaparken fen de kullanılır. Yani ürünü tasarlanırken hem fende bilinenler hemde yeni öğrenilen bilgiler kullanılır. Teknolojiyi malzemelere karar verirken kullanabiliriz (Ö8, son görüşme).

4.4. TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN EĞİTİMİNİN FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ DERS PLANI HAZIRLAMA BECERİLERİNE ETKİSİ

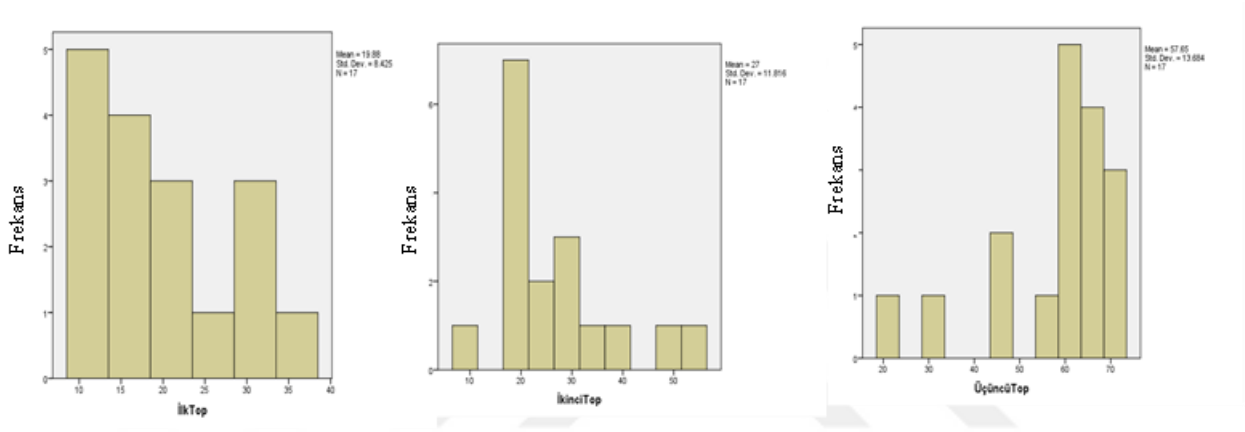
Araştırmanın dördüncü alt problemi "Fen bilimleri öğretmen adaylarının kimya konularına yönelik Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersi planlama becerileri nasıl değişim göstermektedir?" şeklindedir. Bu probleme yanıt bulmak için fen bilimleri öğretmen adaylarından tasarım temelli teorik ve uygulamalar içeren bütünleşik STEM öğretmen eğitimi öncesinde (ilk ders planı), teorik bilgi öğretiminden sonra (ikinci ders planı) ve uygulamaların bitiminde (üçüncü ders planı) ders planı hazırlamaları istenmiştir. Hazırlanan tasarım temelli STEM ders planları "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu" ile puanlandırılmıştır (EK 3). Araştırmanın ilk aşamasında öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. İkinci aşamada ise STEM-PAB öğelerinin birinci, ikinci ve üçüncü ders planında ortalama değerlerinin farklılık gösterip göstermediğine bakılmıştır. Bu amaçla Öğrenci Bilgisi, Öğretim Programı Bilgisi, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler ve Ölçme Bilgisi gruplarında yer alan farklı sayıda maddenin ortalama değerleri karşılaştırılmıştır. Öğrenci Bilgisi, Ölçme Bilgisi öğelerinde sadece 2 madde bulunduğundan normallik gibi istatiksel hesaplamalara gidilmemiştir. Ders planlarından elde edilen bulgular IBM SPSS v.20.0 programı kullanılarak nonparametrik testlerden Friedman testi ile analiz edilmiştir. Analizler sırasında önem seviyesi 0.05 olarak kabul edilmiştir.

Öğretmen adaylarının ders planı hazırlama becerilerindeki değişimi belirlemek için ilk olarak birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarından değerlendirme formuna göre aldıkları ortalama puanları arasındaki anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla öncelikle öğretmen adaylarının eğitim öncesi (ilk plan), teorik kısım sonrası (ikinci plan) ve uygulamalar sonrasındaki (üçüncü plan) toplam ders planı puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Bu amaçla çarpıklık-basıklık katsayıları, Shapiro-Wilk testi sonuçları ve histogram grafikleri incelenmiştir.

Tablo 4.13: Ders planı puanlarının normal dağılıma uygunluğuna ilişkin analiz sonuçları.

		SHAPİRO-WİLK		
	TEST	İSTATİSTİK	SD	P
STEM Ders Planı Değerlendirme formu	İlk Plan	.874	17	.026
	İkinci Plan	.900	17	.068
	Üçüncü Plan	.797	17	.002

Çalışmada örneklem sayısı 17 olduğundan verilerin normal dağılımına uygunluğunu belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi sonuçları ile kullanılmıştır. Tablo 4.11 incelendiğinde, Shapiro-Wilk testi p değerleri birinci plan için .026, ikinci plan için .068 ve üçüncü plan için .002 olarak belirlenmiştir. p değeri 0.05'ten büyük ise dağılımın normal dağıldığı, 0.05'ten küçük ise dağılımın normal dağılmadığı kabul edilmektedir (Büyüköztürk ve diğ., 2014; Field, 2005). Buradan hareketle birinci ve üçüncü ders planlarının p değerleri ($p<0.05$) olduğundan puanların normal dağılım göstermediği, ikinci ders planın p değerinin ise ($p>0.05$) olduğundan normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Şekil 4.13'te sunulan histogram grafikleri de elde edilen bu bulgular ile örtüşmektedir.



Şekil 4.13: Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarının puanlarına ilişkin histogram grafikleri.

Birinci ve üçüncü ders planlarının puanlarına ilişkin histogram grafikleri incelendiğinde, öğretmen adaylarının ders planları puanlarının normal dağılım koşullarına uymadığı, birincinin sağa, üçüncünün ise sola çarpık olduğu görülmektedir. İkinci ders planı puanlarına ilişkin histogram grafiğinin ise normal dağılım koşullarını sağladığı belirlenmiştir. Birinci ve üçüncü ders planı puanlarında normallik sağlanmadığından Friedman (2005) testi ile birinci, ikinci ve üçüncü ders planı puanları arasında anlamlı bir değişiklik olup olmadığı belirlenmesine karar verilmiştir. Friedman (2005) testi, normal dağılımın olmadığı durumlarda aynı grubun tekrarlı ölçümleri arasında istatiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılan nonparametrik testtir (Büyüköztürk ve diğ., 2014; Field, 2005).

Tablo 4.14: Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarının puanlarının Friedman testi sonuçları.

DERS PLANI	N	SIRA ORT.	X^2	SD.	P
1	17	19.88			
2	17	57.65	25.52	2	.000
3	17	27.00			

Tablo 4.12'de görüldüğü üzere üç farklı ders planı puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur [X^2 (2, n=17) = 25.52, p<0.05]. Friedman (2005) testi sonucunda hangi gruplar arasında anlamlı farklılık olduğunu belirlemek amacıyla Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Wilcoxon işaretli sıralar testinde anlamlılık düzeyi 0.05'in ikili karşılaştırma yapılacak grup sayısına bölünmesi ile elde edilmiştir (Church ve Wike, 1979; Deniz, 2020; Wright, 1992). Araştırmada bir bağımlı değişken açısından üç tekrarlı ölçüm (birinci ve ikinci, ikinci ve üçüncü, birinci ve üçüncü) arasında karşılaştırma yapılacağından 0.05÷3=0.016 olarak anlamlılık değeri belirlenmiştir. Yani test ile elde edilen sonuçlar değerlendirilirken Bonferroni düzeltmesi ile elde edilen düzeltilmiş anlamlılık değeri (0.016) kullanılmıştır. Wilcoxon işaretli sıralar testi, Friedman (2005) testinin post-hoc testi olarak kullanılmıştır. Aşağıda elde edilen bulgular Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.15: Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarının puanlarının Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları.

DERS PLANI		N	SIRA ORTALAMASI	SIRA TOPLAMI	Z	P
	Negatif Sıra	16	9.47	151.50	-3.552	.000
3-1	Pozitif Sıra	1	1.50	1.50		
	Eşit	0				
3-2	Negatif Sıra	0	.00	.00	-3.623	.000
	Pozitif Sıra	17	9.00	153.00		
	Eşit	0				
	Negatif Sıra	3	6.17	18.50	-2.751	.006
2-1	Pozitif Sıra	14	9.61	134.50		
	Eşit	0				

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, öğretmen adaylarının Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitiminin başında ve teorik eğitim sonrasındaki birinci ve ikinci ders planlarından aldıkları ortalama puanlar arasında anlamlı farkın olduğunu göstermiştir (z=-2.751, p<.016). Eğitimin teorik kısmı sonrasında geliştirdikleri 2. ve uygulamalı eğitim tamamlandıktan sonra geliştirdikleri 3. ders planlarından aldıkları ortalama puanlar arasında da anlamlı olduğu belirlenmiştir (z=-3.623, p<.000). Birinci ve üçüncü ders planlarında elde ettikleri ortalama puanlar arasında da anlamlı bir fark tespit edilmiştir (z-35.52, p<.000).

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM ders planlarında öğrenci bilgisi açısından farkları belirlemek amacıyla kavram yanılgılarını ve öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini belirleme yöntemlerini ders planlarına nasıl entegre ettikleri incelenmiştir. Bu amaçla adayların öğrencilerin kavram yanılgılarıyla ve hazır bulunuşluk düzeyleriyle ilgili maddelerden aldıkları ortalama değerler hesaplanmıştır.

Öğretmen adaylarının öğrenci bilgisi için6 puan üzerinden ilk ders planlarında ortalama puan 0.65, ikinci ders planlarında ortalama puan .82 ve üçüncü ders planlarında ise ortalama puan 4.00 olarak belirlenmiştir. Katılımcıların ilk ders planları incelendiğinde 13 katılımcının ders planlarında kavram yanılgılarına yer vermediği tespit edilmiştir. 2 katılımcı (Ö7, Ö14) ise alanyazın belirtmeden kavram yanılgılarını vermiştir. 1 katılımcı (Ö2) alanyazından faydalanarak konuyla ilgili bazı kavram yanılgılarına ders planında yer verirken, 1 katılımcı (Ö1) ise alanyazından faydalanarak konuyla ilgili tüm kavram yanılgılarını ders planında belirtmiştir. Öğretmen adaylarının ikinci ders planları incelendiğinde 2 aday (Ö2, Ö16) alanyazın belirtmeden kavram yanılgılarını verirken, 2 aday (Ö1, Ö7) alanyazından faydalanarak konuyla ilgili tüm kavram yanılgılarına ders planında yer vermiştir. 13 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17) ise ders planlarında kavram yanılgılarına hiç yer vermemiştir. Üçüncü ders planlarında ise 12 adayın (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17) alanyazından faydalanarak konuyla ilgili tüm kavram yanılgılarını ders planında belirttikleri, 1 adayın (Ö8) alanyazın belirtmeden kavram yanılgılarını verdiği, 4 adayın (Ö4, Ö9, Ö11, Ö15) ise konuyla ilgili kavram yanılgılarına ders planlarında hiç yer vermediği belirlenmiştir.

Öğretmen adayları, öğrencilerinin hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek amacıyla farklı ölçme değerlendirme yöntemlerinden yararlandıklarını ders planlarında belirtmişlerdir. Adayların ilk ders planları incelendiğinde sadece 2 aday (Ö2, Ö12) birkaç ölçme aracı kullanarak, öğrencilerin hazır bulunuşluklarını kısmi olarak belirlemiştir. İkinci ders planları incelendiğinde 3 katılımcı (Ö1, Ö7, 12) öğrencilerin hazır bulunuşluklarından bazılarını uygun ölçme araçları ile tespit etmişlerdir. Üçüncü ders planlarında ise 9 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö14) öğrencilerin hazır bulunuşluklarını uygun ölçme araçları ile belirlemiştir. 6 aday (Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17) öğrencilerin hazır bulunuşluklarını tespit etmemiştir. 2 aday (Ö11, Ö16) öğrencilerin hazır bulunuşluklarından bazılarını uygun ölçme araçları ile belirlemişlerdir.

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Ders Planlarında öğretim programı bilgisindeki değişimlerini incelemek amacıyla fen, mühendislik, teknoloji, matematik kazanımlarının uygun ve doğru şekilde belirtmeleri, sınıf düzeyini etkin şekilde seçebilmeleri ve ders süresini plana uygun olarak belirleyebilmeleri puanlandırılmıştır. Öğretmen adaylarının öğretim programı bilgisi ortalama değeri 21 puan üzerinden ilk ders planlarında 11.35, ikinci ders planlarında 14.12, üçüncü ders planlarında 18.76 olarak hesaplanmıştır. İlk ders planında 1 aday (Ö13) dışında tüm öğretmen adayları sınıf düzeyini

doğru şekilde belirlemiştir. İkinci ders planlarında ise yine 1 öğretmen adayı (Ö11), üçüncü ders planında ise tüm öğretmen adayları sınıf düzeyini kazanımlarına uygun olacak şekilde doğru olarak belirtmişlerdir. Ders süresini STEM kazanımlarına uygun olacak şekilde ilk ders planında 6 kişi (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7), üçüncü ders planında ise 12 (Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö17) yazmıştır. Ders süresini STEM disiplinlerinin bir veya birkaç kazanımın gerçekleştirileceği süreyi göz önünde bulundurarak ise ilk ders planlarında 8 kişi (Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16), ikinci ders planlarında 13 kişi (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16), üçüncü ders planlarında ise 7 kişi (Ö3, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö14, Ö15) belirtmiştir. Ders süresini STEM kazanımlarını dikkate almadan ilk ders planlarında 1 kişi (Ö1), ikinci ders planlarında 4 kişi (Ö4, Ö6, Ö11, Ö17) belirtmiştir. Ders süresini sadece ilk ders planında 2 kişi (Ö9, Ö17) belirtmemiştir.

Adayların fen, mühendislik, teknoloji, matematik, 21.yy. kazanımlarını doğru ve uygun şekilde, dört disiplini birbiri ile ilişkilendirerek üç ders planında belirtme becerileri de puanlandırılmıştır. Adayların fen kazanımlarının birinci ders planı puanları incelendiğinde 8 adayın (Ö1, Ö4, Ö5, Ö7, Ö10, Ö12, Ö15, Ö17) fen bilimleri kazanımlarını uygun şekilde belirlediği, 9 adayın (Ö2, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16) fen bilimleri kazanımlarını belirtmede yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. İkinci ve üçüncü ders planlarına bakıldığında ise fen bilimleri kazanımlarını belirtmede yetersiz olan adayların fen bilimleri öğretim programıyla ilgili bilgilerinin olumlu yönde geliştiği ve fen bilimleri kazanımlarını ders planında uygun şekilde belirlemişlerdir. Fen bilimleri kazanımlarını belirtmede sadece ikinci ders planında 1 aday (Ö6) yetersiz kalmıştır. Adayların mühendislik kazanımlarının uygun ve doğru şekilde belirleme becerilerine bakıldığında ise üç ders planında farklı puanlar göze çarpmaktadır. Birinci ders planında 3 öğretmen adayı (Ö1, Ö5, Ö11) mühendislik kazanımlarına yer vermemiştir. 8 öğretmen adayı (Ö4, Ö6, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17) ise mühendislik kazanımlarını yanlış belirtirken, 6 öğretmen adayı (Ö2, Ö3, Ö7, Ö9, Ö10, Ö15) mühendislik kazanımlarını belirtmede yetersiz kalmıştır. İkinci ders planı puanlandırmaları incelendiğinde 2 öğretmen adayı (Ö1, Ö7) mühendislik kazanımlarını ders planına uygun şekilde belirtmiştir. Dokuz öğretmen adayı (Ö2, Ö4, Ö5, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16) mühendislik kazanımlarını belirtmede yetersiz kalırken, 6 öğretmen adayı (Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö16, Ö17) mühendislik kazanımlarını yanlış olarak belirtmiştir. Üçüncü ders planlarında ise 7 öğretmen adayı (Ö1, Ö4, Ö5, Ö7, Ö14, Ö16, Ö17) mühendislik kazanımlarını eksiksiz ve ders planına uygun şekilde belirtirken, 10 öğretmen adayı (Ö2, Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15) mühendislik kazanımlarını belirtmede yetersiz kalmışlardır.

Adayların teknoloji kazanımları puanları birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarında farklılık göstermektedir. Birinci ders planlarında 14 öğretmen adayı (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) teknoloji kazanımlarına yer vermezken, 1 aday (Ö7) kazanımları belirtmede yetersiz kalmıştır. 2 aday (Ö4, Ö13) ise teknoloji kazanımlarını yanlış şekilde belirtmiştir. İkinci ders planlarında 4 öğretmen adayı (Ö2, Ö5, Ö7, Ö17) teknoloji kazanımlarını ders planı ile uyumlu ve doğru şekilde yazmıştır. 3 öğretmen adayı (Ö1, Ö4, Ö13) planlarında teknoloji kazanımlarını belirtmede yetersizken, 1 aday (Ö10) teknoloji kazanımlarını doğru şekilde belirtmemiştir. 9 öğretmen adayı (Ö3, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16) ise ikinci ders planlarında teknoloji kazanımlarına yer vermemiştir. Üçüncü ders planlarında teknoloji kazanımlarının yazılımı ve seçimiyle ilgili öğretmen adaylarının becerileri incelendiğinde 11 adayın (Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) teknoloji kazanımlarını ders planlarındaki teknoloji becerilerini kapsayacak şekilde belirttiği görülmektedir. 3 öğretmen adayı (Ö3, Ö6, Ö16) teknoloji kazanımlarını belirtmede yetersiz kalırken, 3 öğretmen adayı (Ö9, Ö11, Ö15) da hiç teknoloji kazanımı yazmamıştır.

Adayların matematik kazanımları puanları birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarında farklılık göstermektedir. Birinci ders planında 2 öğretmen adayı (Ö1, Ö17) matematik kazanımlarına yer vermezken, 4 öğretmen adayı (Ö4, Ö6, Ö8, Ö14) kazanımları yanlış olarak belirtmiştir. 9 öğretmen adayı (Ö3, Ö5, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16) matematik kazanımlarını belirtmede yetersizken, 2 öğretmen adayı (Ö7, Ö2) da matematik kazanımlarını tasarladığı etkinlikleri ile kazandırmak istediği becerileri ilişkilendirerek yazmamıştır. İkinci ders planlarında 14 aday (Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) kazanımları belirtmede yetersizken, 2 aday (Ö3, Ö5) kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir. 1 aday (Ö13) ise matematik kazanımlarını uygun şekilde yazmıştır ve seçmiştir. Üçüncü ders planlarında 15 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) matematik kazanımlarını doğru ve uygun şekilde müfredattan seçmiştir ve gerekli kazanımları yazmıştır. 2 aday (Ö11, Ö12) da matematik kazanımlarını belirtmede ve seçme de yetersiz kalmıştır.

Öğretmen adaylarının üç ders planında yazdıkları 21.yy. kazanımları ders planları göz önünde bulundurularak puanlandırılmıştır. Birinci ders planında 6 öğretmen adayı (Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö13, Ö17) 21.yy. kazanımlarına yer vermezken, 7öğretmen adayı (Ö1, Ö2, Ö6, Ö8, Ö10, Ö14, Ö15) kazanımları yanlış belirlemişlerdir. 4 öğretmen adayı (Ö7, Ö11, Ö12, Ö16) ise 21.yy. becerilerini belirtmede yetersizdirler. İkinci ders planlarında 12 öğretmen adayı (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö16, Ö17) 21. yy. becerilerini belirtmede yetersizken, 1

öğretmen adayı (Ö7) ise tasarladığı etkinlikler ile kazandırmayı planladığı 21.yy. becerilerini uyumlu şekilde belirtmiştir. 3 öğretmen adayı (Ö9, Ö14, Ö15) 21.yy. kazanımlarını yanlış vermişken, 1 öğretmen adayı (Ö11) ise 21. yy. becerilerine hiç yer vermemiştir. Üçüncü ders planında 11 öğretmen adayı (Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17) 21. yy. becerileri kazanımlarını ders planlarındaki hedef kazanımlara uygun olarak belirtmiştir. 5 öğretmen adayı (Ö3, Ö5, Ö6, Ö12, Ö15) ise kazanımları belirtmede yetersiz kalmıştır. 1 öğretmen adayının (Ö9) kazanımları da yanlıştır. Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarındaki 21.yy. becerileri puanları kıyaslandığında adayların ders planlarında kazandırmayı hedeflediği 21.yy. kazanımlarını yazma becerilerinin geliştiği belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM ders planlarında öğretim stratejileriyle ilgili bilgilerindeki değişimi belirlemek amacıyla ders planlarında tasarım temelli fen eğitimi ve Hynes ve diğ. (2011)'nin mühendislik tasarım süreci ile ilgili unsurlar puanlandırılmıştır ve ortalama değerler belirlenmiştir. Adayların öğretim stratejileriyle ilgili bilgiler için ortalama puanları 30 puan üzerinden ilk ders planlarında 6.71, ikinci ders planında 10.47, üçüncü ders planında 31.47 olarak belirlenmiştir. Üç ders planındaki ortalama puanlar kıyaslandığında Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitiminin hem teorik hem de uygulama boyutunun öğretmen adaylarının öğretim stratejileriyle ilgili bilgilerini arttırdığı saptanmıştır. Adayların ders planlarında mini tasarım ve büyük tasarım görevlerini destekleyecek şekilde malzeme seçimleri, dikkat çekici etkinlikler tasarlamaları, ders planlarını öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun olarak hazırlamaları, problem durumunun kazanımlara, mühendislik tasarım sürecine uygun olarak belirlenmesi, mühendislik tasarım süreci basamaklarının ders planına yansıtılması puanlandırılmıştır. Birinci ders planında 5 aday (Ö1, Ö2, Ö9, Ö15, Ö16) sadece bir tasarımına yönelik mühendislik malzemelerine yer vermişken, 12 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) mühendislik tasarımına yönelik herhangi bir malzeme belirlememiştir. İkinci ders planında 1 aday (Ö1) birden fazla tasarıma yönelik malzemeleri öğrencilere vermiştir. 5 aday (Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö16) tek bir tasarıma yönelik malzemeleri belirtmiştir. 6 aday (Ö2, Ö5, Ö7, Ö11, Ö12, Ö15) ise öğrencilerin kendilerinin malzeme belirlemesini ve getirmesini istemiştir. 1 aday (Ö17) da mühendislik tasarımına yönelik herhangi malzeme listesi çıkarmamıştır. Üçüncü ders planında 10 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14, Ö16) birden fazla tasarıma yönelik malzeme listesi verirken, 4 aday (Ö5, Ö9, Ö15, Ö17) tek bir tasarıma yönelik malzemeleri ders planında belirtmiştir. 2 aday (Ö4, Ö10) öğrencilerin tasarımlarına yönelik malzemeleri kendilerinin belirlemesini ve sınıfa getirmesini istemiştir. 1

adayda (Ö13) mühendislik tasarımına yönelik bir malzeme listesi vermemiştir. Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarındaki tasarımlara yönelik malzeme listeleri incelendiğinde adayların teorik uygulama sonrasında çoğunluğunun bir tasarıma yönelik malzeme listesini verdiği; ancak uygulamalar sonrasında ise çoğunun problem çözümüne yönelik birden fazla tasarıma yönelik malzeme listesini öğrencilere verdiği tespit edilmiştir. Buradan hareketle tasarım problemine yönelik farklı olası çözümleri belirleyip, en uygun çözümü seçen adayların bu deneyimlerini ders planlarına da aktardıkları belirlenmiştir.

Ders planlarındaki etkinliklerin dikkat çekiciliği üç ders planı içinde araştırılmıştır. Birinci ders planında 6 aday (Ö1, Ö2, Ö9, Ö12, Ö15, Ö17) dikkat çekici tasarım STEM etkinliklere yer vermişken, 3 aday (Ö3, Ö14, Ö16) dikkat çekici ancak kazanımlar ile uyumlu olmayan etkinliklere yer vermişlerdir. 4 aday (Ö4, Ö7, Ö10, Ö11) ders planlarında kazanımlar ile uyumlu, dikkat çekmeyen etkinliklere yer verirken, 4 adayın (Ö3, Ö5, Ö6, Ö8) ise ders planlarındaki etkinlikler dikkat çekici değildir. İkinci ders planlarında 15 aday kazanımlar ile uyumlu dikkat çekici etkinlikler geliştirirken, 1 aday (Ö11) ders planında dikkat çekici etkinliklere yer vermemiştir. 1 aday (Ö5) ise kazanımlar ile uyumlu dikkat çekici olmayan etkinlikleri ders planında kullanmıştır. Üçüncü ders planında ise tüm öğretmen adayları kazanımları ile uyumlu, dikkat çekici etkinliklere yer vermiştir.

Öğretmen adaylarının hazırladıkları ders planlarının öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygunluğu üç ders planı içinde incelenmiştir. Birinci ders planında 15 öğretmen adayı öğrencilerin hazır bulunuşluğunu dikkate almamıştır. 2 öğretmen adayı (Ö12, Ö17) ise öğrencilerin hazır bulunuşluğunu kısmen dikkate almıştır. İkinci ders planlarında 14 öğretmen adayı öğrencilerin hazır bulunuşluğunu dikkate almazken, 2 aday (Ö1, Ö12) büyük oranda, 1 aday (Ö7) ise kısmen hazır bulunuşluk düzeylerini dikkate almıştır. Üçüncü ders planında ise 8 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö14) öğrencilerin hazır bulunuşluğu dikkate almıştır. 5 aday (Ö5, Ö10, Ö11, Ö16, Ö17) öğrencilerin hazır bulunuşluğunu büyük oranda, 2 aday (Ö13, Ö15) kısmen göz önünde bulundururken, 2 aday (Ö9, Ö12) ise hazır bulunuşluğu hiç dikkate almamıştır.

Öğretmen adaylarının yazdıkları problem durumlarının mühendislik tasarım sürecine uygunluğu, mühendislik tasarım süreçlerini kapsama durumları üç ders planında da incelenmiştir. Birinci ders planında 3 öğretmen adayının (Ö7, Ö9, Ö17) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarından çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama/revize etme basamaklarından bazılarını kapsayacak şekilde verilmiştir. 2 öğretmen adayının (Ö1, Ö2) problem durumu problemin tanımlanması,

probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözüme karar verilerek prototipin yapılması sürecini kapsayacak şekilde verilmiştir. 12 öğretmen adayının (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16) ise problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarını kapsayacak şekilde verilmemiştir. İkinci ders planlarında 3 öğretmen adayının (Ö1, Ö10, Ö16) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarından çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama/revize etme basamaklarından bazılarını kapsayacak şekilde verilmiştir. 4 öğretmen adayının (Ö2, Ö7, Ö14, Ö17) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarından problemin tanımlanması, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözüme karar verilerek prototipin yapılması sürecini kapsayacak şekilde verilmiştir. 10 öğretmen adayının (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15) ise problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarını kapsayacak şekilde verilmemiştir. Üçüncü ders planlarında 13 öğretmen adayının (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarının tamamını kapsayacak şekilde verilmiştir. 1 öğretmen adayının (Ö4) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarından çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama/revize etme basamaklarından bazılarını kapsayacak şekilde, 3 öğretmen adayının (Ö9, Ö15, Ö16) problem durumu mühendislik tasarım süreci basamaklarını kapsayacak şekilde verilmemiştir. Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planları incelendiğinde uygulamalar sonrasında adayların Hynes ve diğ. (2011)'nin mühendislik tasarım süreci basamaklarını dikkate alarak problem durumu yazdıkları belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının problem durumlarının STEM kazanımların a uygunluğu üç ders planında da incelenmiştir. Birinci ders planında 4 öğretmen adayının (Ö1, Ö7, Ö8, Ö9) problem durumu STEM kazanımlarının bazılarını kapsayacak şekilde, 8 öğretmen adayının (Ö2, Ö4, Ö6, Ö11, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17) problem durumu sadece fen kazanımlarına göre hazırlanmıştır. 5 öğretmen adayının (Ö3, Ö5, Ö10, Ö13, Ö14) problem durumları ise STEM kazanımları ile uyuşmamaktadır. İkinci ders planlarında 7 adayın (Ö1, Ö2, Ö7, Ö10, Ö15, Ö16, Ö17) problem durumu STEM kazanımlarının bazılarını kapsıyorken, 9 adayın (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14) problem durumu fen kazanımlarını içermektedir. 1 adayın ise (Ö9) problem durumu kazanımlarla örtüşmemektedir. Üçüncü ders planlarında 14 adayın (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) problem durumu STEM kazanımlara uygun olarak verilmiştir. 2 adayın (Ö9, Ö16) problem durumu fen kazanımlarını kapsarken, 1 adayın (Ö15) problem durumu STEM kazanımlarının bazılarını içermektedir.

Öğretmen adaylarının ders planlarındaki problem durumlarının dikkat çekiciliği puanlandırılmıştır. Birinci ders planında 1 adayın (Ö9) problem durumu öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre dikkatini çekici özellikte iken, 6 adayın (Ö2, Ö7, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17) problem durumları öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre kısmen dikkatini çekmektedir. 2 adayın (Ö1, Ö13) problem durumları dikkat çekicidir; ancak öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygun değildir. 8 adayın ise problem durumları dikkat çekici değildir. İkinci ders planlarında 3 adayın (Ö1, Ö10, Ö16) problem durumu öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre dikkat çekicidir. 3 adayın (Ö2, Ö6, Ö14) problem durumu kısmen dikkat çekici özellikte iken, 8 adayın (Ö3, Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö17) problem durumu dikkat çekicidir, ancak öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygun değildir. 3 adayın (Ö15, Ö11, Ö5) problem durumları ise dikkat çekici değildir. Üçüncü ders planlarında 14 adayın (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) problem durumu öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre dikkatini çekici özelliktedir. 1 adayın (Ö15) problem durumu dikkat çekicidir, ancak öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygun değildir. 2 adayın (Ö9, Ö16) ise problem durumu dikkat çekmemektedir. Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarındaki problem durumlarının dikkat çekiciliği teorik ve uygulamalar sonrasında olumlu yönde farklılık gözlenmiştir.

Öğretmen adaylarının ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamakları ve uygulama sürecini içermelerine bakılmıştır. Birinci ders planında 1 adayın (Ö17) ders planının mühendislik tasarım süreci basamaklarını içerdiği, ancak uygulama sürecine dair açıklamaların yapılmadığı belirlenmiştir. 4 adayın (Ö1, Ö2, Ö7, Ö9) ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarının bazıları yer almaktadır ve bu basamakların uygulanma süreci açıklanmamıştır. 12 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16) ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarına hiç yer vermemiştir. İkinci ders planlarında sadece 1 öğretmen adayında (Ö1) mühendislik tasarım sürecinin tamamı yer almaktadır ve uygulama süreci detaylı olarak açıklanmıştır. 3 adayın (Ö7, Ö10, Ö17) ders planında mühendislik tasarım süreci basamaklarına yer verilmiştir, ancak uygulama sürecinden bahsedilmemiştir. 2 adayın (Ö2, Ö17) planında ise mühendislik tasarım süreci basamaklarının bazıları bulunmaktadır ve uygulama sürecine dair açıklamalar yapılmıştır. 11 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16) ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarına yer vermemiştir. Üçüncü ders planlarında ise12 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö17) mühendislik tasarım süreci basamaklarının tamamına yer vermiştir ve uygulama sürecini detaylı olarak açıklamıştır. 2 aday (Ö4, Ö13) mühendislik

tasarım süreci basamaklarına yer vermemiştir, uygulama sürecinden bahsetmemiştir. 1 adayın (Ö16) ise planında mühendislik tasarım süreci basamaklarının bazıları yer almaktadır ve uygulama sürecine yönelik açıklamalar bulunmaktadır. 2 aday (Ö9, Ö15) ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarına hiç yer vermemiştir. Birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarına ve uygulama sürecine yönelik açıklamalara Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sonrasında daha fazla yer vermişlerdir.

Mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenebilmesi ve problemin belirtilmesi için öğretmenler tarafından uygulamalar sırasında yönlendirmeler yapılması gerekmektedir. Bu amaçla üç ders planında öğretmen adaylarının öğrencilerin problem belirlemesine ve ifade etmesine yönelik yaptıkları yönlendirmeler incelenmiştir. Birinci ders planlarında 13 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16) mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenmesine yönelik herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. 2 aday (Ö17, Ö12) problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapmıştır; ancak öğrencilerin problem durumunu ifade etmelerini istememiştir. 2 aday (Ö7, Ö9) problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yaparken, öğrencilerin problem durumunu belirtmelerini de istemişlerdir. İkinci ders planında 4 adayın (Ö7, Ö10, Ö14, Ö17) problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yaptıkları, öğrencilerden problem durumunu belirtmelerini istedikleri belirlenmiştir. 2 aday (Ö1, Ö2) problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapmışlardır; ancak problem durumunun ifade edilmesini istememişlerdir. 11 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16) ise problemin belirlenmesine yönelik herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Üçüncü ders planlarında 6 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö7, Ö8, Ö10) problemin belirlenmesi için yönlendirmeler yaparken, problem durumunun ifade edilmesini, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesini istemişlerdir. 5 aday (Ö4, Ö5, Ö6, Ö14, Ö17) problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapmışlardır, problem durumunun ifade edilmesini istememişlerdir. 6 aday (Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16) ise problemin belirlenmesine yönelik herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Öğretmen adaylarının birinci, ikinci ve üçüncü ders planları karşılaştırıldığında öğrencilere problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yaptıkları, ancak problem durumunun ifade edilmesi için yönlendirmelerde yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir.

Öğretmen adayları öğrencileri problem durumuna yönelik çözüm önerileri sunarken kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çözüm geliştirmek için yönlendirmelidirler. Bu sebeple öğretmen adaylarının ders planlarında problem çözümüne yönelik önerilerin oluşturulması sürecinde öğrencileri yönlendirmeleri değerlendirilmiştir. Birinci ders planında

1 öğretmen adayı (Ö7) öğrencilerin problem çözümüne yönelik öneri sunarken, kriter veya sınırlılıklardan bazılarını göz önünde bulundurmalarına yönelik yönlendirmeler yapmıştır. 2 öğretmen adayı (Ö2, Ö9) öğrencilerin kendisi tarafından sunduğu çözüm önerisi basamaklarını takip etmelerini istemiştir. 14 aday (Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) ise problem çözümüne yönelik öneri geliştirirken herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. İkinci ders planlarında 4 aday (Ö1, Ö7, Ö10, Ö17) probleme yönelik çözüm önerileri oluştururken kriter veya sınırlılıklardan bazılarını göz önünde bulundurmalarına yönelik yönlendirmeler yapmıştır. 2 aday (Ö2, Ö8) ise öğrencilerden kendisi tarafından sunulan çözüm önerisini takip etmelerini istemiştir. 11 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16) öğrenciler probleme çözüm önerisi sunarken herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Üçüncü ders planlarında ise 13 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) problem çözümüne yönelik öneriler oluşturulurken, kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çözüm oluşturmalarına yönelik yönlendirmeler yapmışlardır. 1 aday (Ö5) öğrencilere probleme yönelik çözüm önerileri oluştururken, kriter veya sınırlılıklardan bazılarını göz önünde bulundurmalarına yönelik yönlendirmeler yapmıştır. 3 aday (Ö9, Ö15, Ö16) ise probleme çözüm önerisi geliştirilirken herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Öğretmen adaylarının üçüncü ders planları birinci ve ikinci ders planları ile kıyaslandığında adayların Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra öğrencilerden çözüm önerisi geliştirirken kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak çözüm oluşturmalarına yönelik yönlendirmeler yaptıkları belirlenmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinde ürün geliştirme, ürünün denenmesi ve iyileştirilmesi süreçlerinde veri toplanarak ürünle ilgili değerlendirmeler ve sonrasında iyileştirmeler yapılmaktadır. Bu sebeple öğretmen adaylarının öğrencileri mühendislik tasarım sürecinde veri toplamaya teşvik etmesi gerekmektedir. Öğretmen adaylarının üç ders planında öğrencileri veri toplamaya yönlendirmeleri değerlendirilmiştir. Birinci ders planında 3 aday (Ö1, Ö7, Ö9) mühendislik tasarım sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplama için zaman zaman yönlendirmeler yapmıştır. 14 aday (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) mühendislik tasarım sürecinde veri toplamaya yönelik herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. İkinci ders planlarında 3 aday (Ö1, Ö7, Ö10) mühendislik tasarım sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplama için zaman zaman yönlendirmeler yapmıştır. 14 aday (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) ise hiç yönlendirme yapmamıştır. Üçüncü ders planlarında ise 14 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17) mühendislik tasarım sürecinde ürün/süreci denerken,

geliştirirken veri toplanması ve kaydedilmesi için yönlendirmeler yapmıştır. 1 aday (Ö11) mühendislik tasarım sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplama için zaman zaman yönlendirme yaparken, 2 aday (Ö9, Ö15) herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Öğretmen adaylarının üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplama için öğrencileri yönlendirdikleri dikkat çekmektedir.

Mühendislik tasarım sürecinde prototip/süreç oluştururken öğrencilerin kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak prototip/süreç oluşturmaları beklenmektedir. Bu sebeple öğretmen adaylarının öğrencileri prototip/süreç oluştururken öğrencileri yönlendirmeleri gerekmektedir. Öğretmen adaylarının üç ders planında prototip/süreç oluştururken öğrencileri yönlendirmeleri incelenmiştir. Birinci ders planında 5 aday (Ö1, Ö2, Ö7, Ö9, Ö17) öğrencileri bireysel çalışırken veya grup çalışmaları sırasında kriter ve sınırlılıklara dikkat etmeden prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirmiştir. 12 aday prototip/süreç geliştirme sürecinde herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. İkinci ders planında 2 aday (Ö1, Ö7) öğrencilerin kriter veya sınırlılıklara uygun prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirmeler yaparken, üç aday (Ö2, Ö10, Ö14) ise kriter ve sınırlılıklara dikkat etmeden, prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapmıştır. 12 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17) ise hiç yönlendirme yapmamıştır. Üçüncü ders planlarında 13 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) öğrencilerin kriter ve sınırlılıklara uygun prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapmıştır. 1 aday (Ö5) öğrencilerin kriter veya sınırlılıklara uygun prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirmeler yapmıştır. 1 aday (Ö16) ise kriter ve sınırlılıklara dikkat edilmeden prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapmıştır. 2 aday (Ö9, Ö15) ise hiç yönlendirme yapmamıştır. Adayların üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra prototip/süreç oluştururken öğrencilerini kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirdikleri belirlenmiştir.

Mühendislik tasarım sürecinde prototip/süreç test edilirken, kriter ve sınırlılıklar göz önünde bulundurularak, prototipin/sürecin güçlü ve zayıf yönleri belirlenmektedir. Bu sebeple prototip/süreç test edilirken öğrenciler yönlendirmelidir. Öğretmen adaylarının prototipin/sürecin test edilmesi aşamasında üç ders planında öğrencileri yönlendirmeleri incelenmiştir. Birinci ders planında 3 aday (Ö1, Ö7, Ö9) prototip/süreç test edilirken yetersiz yönlendirme yaparken, 3 aday (Ö2, Ö16, Ö17) herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. 11 aday

(Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15) prototipin/sürecin test edilmesini dahi istememiştir. İkinci ders planında 1 aday (Ö7) prototip/süreç test edilirken yönlendirme de yetersiz kalırken, 4 aday (Ö1, Ö10, Ö14, Ö17) herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. 12 aday (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16) prototipin/sürecin test edilmesini talep etmemiştir. Üçüncü ders planında ise 13 aday (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17) prototip/süreç test edilirken, kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak, prototipin/sürecin zayıf ve güçlü yönlerin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapmıştır. 2 aday (Ö16, Ö11) prototip/süreç test edilirken yetersiz yönlendirme yaparken, 2 aday (Ö15, Ö9) ise herhangi bir yönlendirme yapmamıştır. Adayların üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra prototip/süreç test edilirken, kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak, prototipin/sürecin zayıf ve güçlü yönlerinin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapmışlardır.

Öğretmen adayları büyük tasarım görevi ve mini tasarım görevlerini kapsayan tasarım temelli öğrenme yaklaşımını kullanarak kimya odaklı STEM ders planları hazırlamışlardır. Ders planlarında belirlenen mini tasarım görevlerinin büyük tasarım görevindeki problem durumuna çözüm bulmayı destekleyecek şekilde verilmesi gerekmektedir. Bu sebeple adayların üç ders planı incelenmiştir. Birinci ders planında hiçbir aday mini tasarım görevi ve büyük tasarım görevi vermemiştir. İkinci ders planlarında ise 1 aday (Ö1) mini tasarım görevlerini büyük tasarım görevinin yerine getirilmesi için ihtiyaç duyulacak STEM kavramları, teori ve kanunları ile ilişkilendirerek belirlemiştir. 1 adayın (Ö7) bazı mini tasarım görevleri büyük tasarım görevini desteklerken, bazıları desteklememektedir. 15 aday (Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) mini tasarım görevi vermemiştir. Üçüncü ders planında ise 13 adayın (Ö1, Ö2, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) mini tasarım görevleri büyük tasarım görevinin yerine getirilmesini için gerekli STEM kavramları, teori ve kanunları ile ilişkilendirilerek verilmiştir. 3 adayın (Ö4, Ö6, Ö11) ise mini tasarım görevlerinden bazıları büyük tasarım görevini desteklerken, bazıları desteklememektedir. 1 adayın (Ö9) da mini tasarım görevleri bulunmamaktadır. Adayların üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların çoğunun Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamalarını deneyimledikten sonra mini tasarım görevlerini büyük tasarım görevinin yerine getirilmesini için gerekli STEM kavramları, teori ve kanunları ile ilişkilendirilerek belirledikleri dikkat çekmektedir.

Öğretmen adaylarının STEM PAB'larını etkileyen öğelerden biri ölçme bilgisidir. Adayların öğrencilerin STEM disiplinleri ile ilgili öğrenmelerini değerlendirmek için hangi kavramı hangi ölçme yöntemi kullanarak değerlendireceklerini bilmeleri gerekmektedir. Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli STEM ders planlarında ölçme bilgilerindeki değişimi belirlemek amacıyla ders planlarında STEM kazanımları ve 21.yy. becerileri ile ilgili kazanımları değerlendirme yöntemlerine bakılmıştır, puanlandırılmıştır ve ortalama değerler belirlenmiştir. Adayların ölçme bilgisi için ortalama değerleri 6 puan üzerinden birinci ders planı için 1.18, ikinci ders planı için 1.59, üçüncü ders planı için 3.41 olarak belirlenmiştir. Üç ders planındaki ortalama değerler kıyaslandığında Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin hem teorik hem de uygulama boyutunun öğretmen adaylarının ölçme bilgilerinde farklılık yarattığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının STEM kazanımlarını değerlendirme yöntemleri üç ders planında da incelenmiştir. Birinci ders planında 2 aday (Ö1, Ö2) en az iki STEM disipline ait kazanımları değerlendirirken farklı ölçme, değerlendirme araçlarını kullanmıştır. 11 aday (Ö4, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17) ders planlarında sadece bir disipline ait kazanımları ölçmek için ölçme yapmıştır. 4 aday (Ö3, Ö5, Ö6, Ö16) herhangi bir değerlendirme yapmamıştır. İkinci ders planlarında 4 aday (Ö1, Ö2, Ö7, Ö12) en az iki STEM disipline ait kazanımları değerlendirmek için farklı ölçme değerlendirme araçları kullanırken, 9 aday (Ö3, Ö5, Ö9, Ö10, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) sadece bir disipline ait kazanımları ölçmeye yönelik ölçme değerlendirme araçlarını kullanmıştır. 4 aday da (Ö4, Ö6, Ö8, Ö11) herhangi bir değerlendirme yapmamıştır. Üçüncü ders planında ise 3 aday (Ö1, Ö2, Ö12) tüm kazanımlara yönelik ölçme değerlendirme araçları kullanmıştır. 13 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) en az iki disipline ait kazanımları değerlendirirken, 1 aday (Ö9) sadece bir disipline yönelik değerlendirmeler yapmıştır. Adayların üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların bazılarının tüm STEM kazanımlara yönelik ölçme değerlendirme yaptıkları, çoğunun ise en az iki disipline yönelik becerileri değerlendikleri dikkat çekmektedir. Buradan hareketle Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sonrasında adayların en az iki STEM disipline yönelik değerlendirme yapmaya yönelik ölçme bilgilerinde olumlu yönde farklılık sağladığı belirlenmiştir.

Öğretmen adaylarının 21.yy. becerilerini üç ders planında değerlendirme yöntemleri incelenmiştir. Birinci ders planında 2 aday (Ö1, Ö7) bazı 21.yy. becerilerini (problem çözme ve eleştirel düşünme, iletişim ve işbirliği, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı) değerlendirirken, 1 aday (Ö12) ders planı kapsamında olmayan 21.yy. becerilerini (iletişim ve

işbirliği) değerlendirmiştir. 14 aday ise 21. yy. becerilerini değerlendirmemiştir. İkinci ders planında 5 aday (Ö1, Ö2, Ö7, Ö10, Ö12) bazı 21.yy. becerilerini (iletişim ve işbirliği, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, problem çözme ve eleştirel düşünme) değerlendirmiştir. 12 aday (Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17) ise 21. yy. becerilerini değerlendirmeye yönelik herhangi bir ölçme değerlendirme aracı kullanmamıştır. Üçüncü ders planlarında ise 11 aday (Ö1, Ö2, Ö4, Ö6, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö17) bazı 21.yy. becerilerini (iletişim ve işbirliği, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, problem çözme ve eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilenme) değerlendirirken, 6 aday (Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö11 Ö14) 21. yy. becerilerini değerlendirmemiştir. Adayların üçüncü ders planları, birinci ve ikinci ders planları ile karşılaştırıldığında adayların çoğunun ders planlarında belirledikleri bazı 21.yy. becerilerini (iletişim ve işbirliği, , bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı, problem çözme ve eleştirel düşünme, yaratıcılık ve yenilenme) değerlendirdikleri belirlenmiştir. Buradan hareketle Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sonrasında adayların 21.yy. becerilerini değerlendirmeye yönelik ölçme bilgilerinin olumlu yönde farklılık meydana geldiği sonucuna ulaşılabilir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına, STEM Pedagojik Alan Bilgilerine, bütünleşik STEM modellerine ve STEM dersi planlama becerileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda öğretmen adayları ile Tasarım Temelli çevrimiçi STEM eğitimleri gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde, çalışmanın temel araştırma problemine bağlı olarak oluşturulan dört alt araştırma problemine ilişkin bulgular tartışılmıştır ve sonuçlara yönelikte önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmanın temel araştırma cümlesi "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi boyunca fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları ve STEM pedagojik alan bilgileri zamanla değişim göstermekte midir?" şeklindedir. Bu araştırma cümlesine paralel olarak oluşturulan dört araştırma problemine ait elde edilen bulgular ayrı olarak tartışılmıştır ve sonuçlara varılmıştır.

5.1. BİRİNCİ ALT PROBLEM

Bu bölümde çalışmanın "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son test STEM Farkındalık Ölçeği puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki problemine ilişkin tartışma ve sonuçlar yer almaktadır. Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını etkileyen çeşitli faktörler bulunmaktadır (Watson ve diğ., 2022). Bu faktörlerden biri öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM ile ilgili hizmet içi ve hizmet öncesi STEM eğitimlerine katılımlarıdır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Watson ve diğ., 2022). STEM disiplinlerinin entegrasyonunu konu alan, problem çözümünün vurgulandığı, bilimsel soruların araştırıldığı, analiz edildiği, STEM'in önemine, değerine vurgu yapan STEM eğitimleri öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini arttırmaktadır (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018, Watson ve diğ., 2022). Bu sebeple bu çalışmada öğretmen adaylarına on dört hafta boyunca Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi verilmiştir. Öğretmen adayları STEM eğitimi kapsamında iki probleme mühendislik tasarım sürecini kullanarak çözüm üretmişlerdir. Öğretmen adayları

öncelikle mühendislik problemlerinin çözümü için kendilerine verilen bilimsel soruları araştırmışlardır. Bu araştırma sorularına yönelik kontrollü deneyler tasarlamışlardır ve deneylerinde edindikleri bilgilerini ise mühendislik probleminin çözümünde kullanmışlardır. Ayrıca Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminde STEM disiplinlerinin entegre edilmesinin önemine, STEM disiplinlerinin entegrasyon yöntemlerine de vurgu yapılmıştır. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi boyunca sağlanan bu deneyimlerin öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına olumlu katkısı olmuştur. Bu sonuca öğretmen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesi ve sonrası verilen STEM farkındalık ölçeği bulgularına dayanılarak ulaşılmıştır. Mevcut araştırmada öğretmen adaylarının SFÖ ön test ortalama puanı 60.12 ve son test ortalama puanı ise 64.94'dir. Bu sonuçlar kıyaslandığında puanlar arasındaki bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu saptanmıştır ($t(16) = -4.85$. $p<.05$). Başka bir ifade ile Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini arttırdığı görülmektedir. Bu sonuçlar alanyazındaki ulusal ve uluslararası diğer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Akgün ve Türel, 2021; Altan ve Ercan, 2016; Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Arslanhan ve İnaltekin , 2020; Aşılıoğlu ve Yaman, 2020; Ata ve Çevik, 2020; Aydogan ve diğ., 2021; Baran ve diğ.,2020; Buyruk ve Korkmaz, 2016; Christian ve diğ., 2021; Çetin, 2021; Deveci, 2019; Duygu, 2018; Ergün, 2019; Ergün ve Balçin, 2019; Gökbayrak ve Karışan, 2017; Karakaya ve diğ., 2018; Karisan ve diğ., 2019; Kewalramani ve diğ., 2022; Kim ve Bolger, 2017; Knowles ve diğ., 2018; Ünlü Koyunlu ve Dere, 2019; Öztürk ve diğ., 2022; Salar, 2021; Sarı ve diğ., 2020; Şahin ve Hacıömeroğlu, 2021; Şahiner ve Ünlü, 2022; Tekerek ve Karakaya, 2018; Vossen ve diğ., 2020).

STEM farkındalık düzeyini etkileyen unsurlardan biri STEM ilkelerine ve becerilerine dayalı olarak geliştirilen STEM müfredatlardır, modülleridir (Watson ve diğ., 2022). Öğrencilerin öğrenme çıktılarına uygun olarak hazırlanan müfredatlar sınıf ortamında öğretilmesi gereken kavram ve becerileri içermektedir (DeBoer, 2019'den aktaran Watson ve diğ., 2022). Öğretmenler ders planı hazırlarken derslerinin kazanımlarına uygun olarak hazırlanmış örnek modülleri, müfredatları inceleyerek ders planlarını hazırlamaktadırlar (Watson ve diğ., 2022). Bu sebeple STEM ders disiplinlerinin kazanımlarını, becerilerini içeren, disiplin ilişkilendirilmelerinin doğru şekilde yapıldığı STEM modül ve müfredatları öğretmenlerin STEM'i doğru şekilde deneyimlemelerini sağlamaktadır ve STEM, STEM meslekleriyle ilgili farkındalıklarını da arttırmaktadır (Şahiner ve Ünlü, 2022; Watson ve diğ., 2022). Örneğin, Aslan-Tutak ve diğ. (2017) kimya ve matematik öğretmen adayları ile İşbirlikli

FeTeMM Eğitimi gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar İşbirlikli FeTeMM Eğitimi'nin öğretmen adaylarının STEM eğitimini bütünleşik olarak öğretimi yönünde algılarının değiştiğini dile getirmişlerdir. Gökbayrak ve Karışan (2017)'da Fen Öğretimi Laboratuvar Uygulamaları-I dersinde fen disiplinini merkeze alan STEM temelli etkinlikler yapmışlardır. STEM uygulamaları sonrasında STEM temelli etkinliklerin öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını arttırdığını belirlenmiştir. Deveci (2019) ise fen bilimleri öğretmen adaylarına bir dönemlik ders boyunca Rube Goldberg makinelerini tasarlatmıştır. Öğretmen adayları Rube Goldberg makineleri tasarlarken mühendislik tasarım sürecini takip etmişlerdir ve basit makinalarla ilgili bilgilerini kullanmışlardır. Mühendislik ve tasarım odaklı yaklaşıma dayanan Rube Goldberg makineleri öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini arttırmıştır (Deveci, 2019). Şahiner ve Ünlü (2022) ise ikinci sınıf öğretmeni adayları ise Mühendislik Tasarım Süreci etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Uygulamalar sonunda öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin arttığını belirlemişlerdir. Karisan ve diğ. (2019) ise öğretmen adayları ile 12 hafta boyunca araştırma, sorgulama ve problem çözme tabanlı STEM etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar 12 hafta sonunda öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerinin arttığını ve öğretmen adaylarının derslerinde STEM eğitim yaklaşımını kullanma eğilimlerinin arttığı bulgusuna ulaşmışlardır. Arslanhan ve İnaltekin (2020) fen bilimleri öğretmen adayları ile Tasarım Temelli STEM uygulamaları gerçekleştirmiştir. Çalışmanın bulguları Tasarım Temelli STEM uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM yetkinlik algısı düzeylerinin, farkındalık düzeylerinin, STEM alanları bilgi düzeylerinin, STEM alanları kavram bilgilerinin olumlu yönde değiştiğini ve STEM disiplinlerinin nasıl bütünleştirildiğini anlamalarını sağladığını göstermiştir. Sarı ve diğ. (2020) simülasyon bağlamında gerçekleştirilen araştırma sorgulama tabanlı STEM öğretimi sonrasında lisans öğrencilerinin STEM farkındalıklarının olumlu yönde değiştiğini ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin arttığını tespit etmiştir. Buradan hareketle Tasarım Temelli STEM öğretmen eğitimlerinin de araştırma sorgulama temelli öğretmen eğitimleri, işbirlikli STEM öğretmen eğitimleri gibi STEM farkındalık düzeyini arttırdığını görülmektedir.

Öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM farkındalığını etkileyen bir diğer öğe de STEM ders planı hazırlama deneyimleridir. Öğretmenler STEM öğretim yaklaşımına dayalı bir eğitim veya ders almadıklarından bütünleşik STEM ders planı hazırlama konusunda kendilerini yetersiz hissetmektedirler (Gresnigt ve diğ., 2014; Kim ve Bolger, 2017). Bu sebeple lisans öğrenimleri boyunca öğretmen adaylarına, profesyonel meslek yaşamlarında ise öğretmenlere

disiplin ilişkilendirmelerinin yapıldığı, bütünleşik STEM öğrenme ortamları hazırlanmalıdır (Kim ve Bolger, 2017).

STEM eğitim yaklaşımına dayalı ders planı hazırlama deneyimleri öğretmen adaylarının farklı disiplinlerde yer alan kavram ve olguları gündelik hayat ile ilişkilendirmelerini, farklı disiplinlerdeki kavram ve olguları ilişkilendirip, bütüncül bir bakış açısı kazanmalarını sağlamaktadır (Kim ve Bolger, 2017). Bu sebeple öğretmen adaylarına STEM ders planları hazırlatılmalıdır ve geri bildirimlerde bulunularak öğretmen adaylarının bu becerileri geliştirilmelidir (Aslan-Tutak ve diğ., 2017; Kim ve Bolger, 2017). Bu amaçla Kim ve Bolger (2017) öğretmen adaylarına STEAM ders planı hazırlatmıştır. Öğretmen adaylarının bu öğrenme deneyimi sonrasında STEM farkındalıkları, özgüvenleri artmıştır ve disiplinlerin entegrasyonun öğrenci öğrenmesine faydalarını fark etmişlerdir. Bu çalışma da ise öğretmen adaylarından Tasarım Temelli Öğrenme'ye göre belirledikleri kimya kavramlarına yönelik ders planı hazırlamaları istenmiştir. Öğretmen adayları ders planlarını eğitim öncesinde (birinci ders planı), STEM ile ilgili teorik bilgi öğretiminden sonra (ikinci ders planı) ve uygulamaların bitiminde (üçüncü ders planı) hazırlamışlardır. Öğretmen adaylarına mühendislik, matematik ve teknoloji disiplinlerini öğretmeyi planladıkları kimya kavramlarını doğru ve etkili şekilde öğretmeleri, zengin bir öğrenme ortamı tasarlamaları için geri bildirimlerde bulunulmuştur (Kim ve Bolger, 2017). Bu durum öğretmen adaylarının disiplinleri ilişkilendirmelerini, sınıf düzeyine uygun daha etkili ders planı hazırlamalarını sağlamıştır. Öğretmen adaylarına sunulan STEM ders planı hazırlama deneyimi verilen geri bildirimler ile öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının arttırmış olabilir. Kim ve Bolger (2017) 'de bu sonuçlara benzer bulgulara ulaşmıştır. STEAM ders planı hazırlayan öğretmen adaylarının STEM'e yönelik yeteneklerini gelişmiştir, STEM farkındalıkları, fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat disiplinleri arasında ilişkilendirme becerileri artmıştır.

Alanyazında öğretmen adaylarını STEM farkındalık düzeylerindeki değişimini inceleyen farklı çalışmalarda mevcuttur. Örneğin, Baran ve diğ. (2020) fen alanları öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini çeşitli değişkenler açısından inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının cinsiyet, sınıf ve bilimsel yayınları takip etme gibi değişkenlere göre farklılaştığını tespit etmişlerdir. Kadın fen alanları öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeyleri, erkek fen alanları öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarından yüksektir. Ayrıca üst sınıflarda eğitim gören fen alanları öğretmen adaylarının alt sınıftaki öğretmen adaylarına oranla STEM farkındalıkları da fazladır. Bu sonuçların aksine Şahin ve Hacıömeroğlu (2021) ise okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarının

STEM farkındalık düzeylerinin cinsiyete, sınıf düzeyine, program türüne bağlı olmadığını, STEM farkındalıklarının her iki branştaki öğretmen adayları için benzer, olumlu ve yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Benzer şekilde Çevik ve diğ. (2017) ile Şahin ve Hacıömeroğlu (2021)'da STEM farkındalık düzeyinin cinsiyet ve branş değişkenine göre değişmediğini belirlemişlerdir.

Alanyazındaki yer alan bu bulgular ve bu araştırmanın sonuçları dikkate alındığında Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Öğretmen adaylarına sağlanan STEM ders planı hazırlama, Tasarım Temelli STEM uygulamaları fen bilgisi öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik farkındalıklarını geliştirmektedir.

5.2. İKİNCİ ALT PROBLEM

Bu bölümde çalışmanın "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının ön ve son test STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği puanları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindeki problemine ilişkin tartışma ve sonuçlar yer almaktadır.

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesi ve sonrasında STEM PAB'larında meydana gelen değişimi belirlemek amacıyla STEM-PABÖ eğitim öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının öncesi ve sonrası STEM PAB'larına bakıldığında olumlu yönde anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Bakınız, Tablo 22). Bu sonuca dayanarak Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öğretmen adaylarının STEM PAB'larının arttırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu sonuçlar alanyazındaki diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Arslan ve Yıldırım, 2020; Aydın-Günbatar ve diğ., 2020; Berisha ve Vula, 2021; Ceran, 2021; Delen ve diğ., 2020; Dubek ve Doyle-Jones, 2021; Morris ve Nesmith, 2021; Rahman ve diğ., 2022; Roseman ve diğ., 2017; Vossen ve diğ., 2019). Aydın-Günbatar ve diğ. (2020)'nin çalışmasında bu çalışma sonuçları ile benzer sonuçlara ulaşmıştır. Aydın- Günbatar ve diğ. (2020) kimya öğretmen adaylarına 13 haftalık bir STEM eğitimi verdikten sonra alan bazlı pedagojik alan bilgilerinin, bütünleşik STEM ders planı hazırlama becerilerinin olumlu yönde değiştiğini belirlemişlerdir.

Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nde öğretmen adaylarına STEM disiplinlerinin entegrasyonu ile teorik bilgi verilmiştir, örnek ders planları gösterilmiştir ve öğretmen adaylarından kendi ders planlarını geliştirmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesini hem teorik hem de uygulama

boyutunda deneyimlemişlerdir. Bu durum katılımcıların STEM entegrasyonunu içselleştirmeleri sağlamıştır ve adayların son ders planlarına yansımıştır. Öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesini içerik ve pedagojik boyutta deneyimlemesi, STEM eğitimini sınıflarında daha etkin bir şekilde uygulamalarını sağlamaktadır (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020).

Öğretmen adayları on dört haftalık eğitimin uygulama boyutu olan Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Üretimi modüllerinin öğretimi sırasında bütünleşik STEM eğitimini aktif bir şekilde öğrenen olarak deneyimlemişlerdir. İyi tasarlanmış öğretmen eğitimlerinde öğretmenler öğrenme sürecinde aktiftir, sınıf içi tartışmalar ile öğretmenlere öğrendiklerini yansıtma fırsatı sunulmaktadır (Bautista ve Ortega-Ruiz, 2015; Desimone, 2009). Ayrıca iyi tasarlanmış öğretmen eğitimlerinde eğitim sırasında ve sonrasında öğretmenlere yapıcı geri bildirimlerde bulunulmaktadır (Bautista ve Ortega-Ruiz, 2015). İyi tasarlanmış öğretmen eğitimlerinin bu özellikleri dikkate alınarak verilen bu öğretmen eğitiminde öğretmen adaylarının öğrenme sürecinde aktif bir şekilde bütünleşik STEM kavramını yapılandırmaları, asenkron ve senkron olarak gerçekleştirilen sınıf içi tartışmalarda bilgi alışverişinde bulunmaları sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen adayları Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Üretimi modülleri boyunca da aktif öğrenen rolünde iki mühendislik problemine bireysel olarak çözüm geliştirmişlerdir ve çözümlerini videolar, resimler, afişler aracılığıyla öğretmen adayları ile paylaşmışlardır. Adaylar çalışma kağıtlarını da çevrimiçi sınıf ortamında paylaşmıştır. Çevrimiçi derste tüm bu materyaller ve tasarımlar ile ilgili tartışmalar yürütülmüştür. Bu deneyimler öğretmen adaylarının STEM ile ilgili teorik ve uygulama boyutu ile ilgili zihinlerinde var olan boşlukların azalmasına, öğretmen adaylarının gerekli bilgi ve becerileri öğrenen olarak kazanmalarını sağlamış olabilir (Seeley ve diğ., 2018).

Öğretmen adayları genellikle önceki öğrenme deneyimlerine dayalı olarak öğrenme ortamlarını tasarlamaktadırlar (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020). Bu araştırmada öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersini öğrenen olarak deneyimlemişlerdir ve ürün, süreç geliştirme sürecinde farklı zorluklarla (örneğin; ürünün zayıf yönlerinin geliştirilme yöntemlerinin bulunması, farklı disiplinlerle ilgili var olan bilimsel bilgilerini bir arada kullanarak bir eylem planı oluşturmaları gibi) karşılaşmışlardır ve bu zorluklara çözüm geliştirmişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının sınıf ortamında STEM uygulanmaları esnasında karşılaşacakları zorluklara ilişkin farkındalıklarını arttırmıştır, karşılaştıkları sorunlara çözüm geliştirmeyi öğretmiştir. Bu durum öğretmen adaylarının STEM

PAB'ın öğelerinden biri olan entegrasyon bilgisinin artmasını da sağlamış olabilir (Aydın-Günbatar ve diğ., 2020).

Bu çalışmada Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitimi sırasında öğretmen adaylarına STEM eğitiminde kullanılabilecek geleneksel ve alternatif ölçme değerlendirme yöntemleri tanıtılmıştır, farklı örnekler gösterilmiştir ve öğretmen adaylarından hazırladıkları üç ders planında da ölçme değerlendirme araçlarını ders planlarına dahil etmeleri istenmiştir. Abell (2007) öğretmenlerin ders esnasında veya ders sonrasında kullanacakları ölçme ve değerlendirme araçlarını bilmelerinin değerlendirmeleri etkili yapacaklarını göstermediğini belirtmiştir. Öğretmen adayları bu ders öncesinde Eğitimde Ölçme Değerlendirme dersi kapsamında alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme yöntemlerini öğrenmişlerdir. Ancak öğretmen adayları STEM eğitimlerinde alternatif ve geleneksel ölçme değerlendirme araçlarını daha önce kullanmamışlardır. Adaylardan bu ders kapsamında geliştirdikleri Tasarım temelli STEM ders planları için değerlendirmeyi hedefledikleri STEM kazanımlarına yönelik farklı ölçme değerlendirme araçları belirlemişlerdir ve uygun ölçme değerlendirme araçlarını ders planlarına dahil etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarına geliştirilen STEM modüllerinin içeriğinde farklı ölçme değerlendirme araçları örnekleri sunularak, öğretmen adaylarının tasarımlarının, alan bilgilerinin, oluşturdukları poster, afiş gibi ürünlerin değerlendirilmesinde de araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme değerlendirme araçları örnek olarak sunulmuştur ve değerlendirmelerde kullanılmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının farklı ölçme değerlendirme araçlarının doğru yerlerde kullanımı da öğrenen olarak deneyimleri sağlanmıştır. Bu deneyimler öğretmen adaylarının STEM PAB'ın unsurlarından biri olan değerlendirme boyutunun gelişmesine katkıda bulunmuştur ve adayların mesleki deneyimlerini arttırmıştır. Diğer taraftan fen eğitiminde genellikle geleneksel ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin kullanımı tercih edilmesine rağmen (Staley, 2004), öğretmen adayları hazırladıkları Tasarım Temelli STEM ders planlarında alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımlarını kullanmayı daha çok tercih etmişlerdir. Bu yönü ile de araştırma alanyazından farklılık göstermektedir.

Öğretmen adaylarının STEM PAB'larının olumlu yönde değişmesine etki eden faktörlerden bir diğeri de öğretmen adaylarına STEM uygulamaları ve ders planı hazırlama süreci boyunca sağlanan mentörlüktür. STEM öğretmenlerinin etkili bir şekilde STEM eğitimini sınıflarında uygulayabilmeleri için ders planı geliştirme, alan bilgisi, yöntem ve stratejilerin öğrenci ihtiyaçları doğrultusunda etkili bir şekilde STEM sınıflarında kullanılması konularında uzman desteğine ihtiyaç duymaktadırlar (Jones ve diğ., 2016). Bu çalışmada öğretmen adaylarına Su Filtresi Tasarlama ve Diş Macunu Üretimi modüllerinin uygulamaları

esnasında (örneğin; öğretmen adayları çözüm yolları geliştirirken, yeniden ürün tasarlarken) ve Tasarım Temelli STEM ders planı geliştirme basamaklarında (örneğin problem durumunun öğrenci seviyesine uygunluğu, öğrenme amacına uygun değerlendirme yöntemlerinin seçilmesi gibi), mentörlük yapılmıştır. Öğretmen adaylarına mentörlük yapılırken adaylara sorular yöneltilerek (örneğin; "Seçtiğin bu kavramı öğrencilere öğretirken hangi kavramlarla ilgili ön bilgilerinin olması gerekmektedir? Öğrencilerin hangi becerilerini ve/veya kavram öğrenmelerini değerlendirmek istiyorsun? Seçtiğin gündelik hayat problemi ile öğrenciler kendi hayatlarında ilişkilendirme yapabilir mi?" gibi) yönlendirmeler yapılmıştır, adayların eleştirel bir şekilde ders planlarını ve geliştirdikleri ürünleri değerlendirmeleri, gerekli iyileştirmeleri yapmaları istenmiştir. Mentörlük ile öğretmen adayları STEM PAB'ın bileşenlerinden olan alan bilgileriyle ilgili, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgileri ile ilgili ve Ölçme Bilgileriyle ilgili eksikliklerini fark etmişlerdir. Van Driel ve diğ. (2002) mentörlük desteğinin PAB'ın bileşenlerinden olan Öğrenci Bilgisi ve Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgileri geliştirdiğine dikkat çekmiştir. STEM öğretmenlerine sağlanan mentörlük STEM öğretmenlerinin yöntem ve teknikleri etkili bir şekilde STEM sınıflarında kullanımını sağlarken, öğrencilerinde STEM alanlarında başarılarını arttırmaktadır (Jones ve diğ., 2016). Dubek ve Doyle-Jones (2021) öğretmen adaylarının mentörlük ile STEM alan bilgilerinin ve pedagojik alan bilgilerinin olumlu yönde değiştiğini belirlemiştir. Öğretmenler uzman eğitimcilerin mentörlüğünde ders planı geliştirip uygularken gerçekleştirilen müfredat, öğretim yöntem ve teknikleri ile ilgili diyaloglar öğretmen adaylarının yöntem ve teknikleri nerelerde ve nasıl kullanacaklarını anlamalarını sağlamıştır (Shulman ve Shulman, 2004). Ayrıca öğretmen adayları PAB bileşenlerinden biri olan öğrenciyi anlamaya yönelik faktörleri (başarı durumu, cinsiyet, kültürel faktörler gibi) dikkate alarak daha etkili bir STEM dersi planlamışlardır ve sınıf içi uygulamalar yapmışlardır.

Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitimi ile öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecini takip ederek gündelik yaşamdan bir probleme çözüm geliştirmişlerdir. Mühendislik temelli STEM eğitimleri öğrenenlerin gündelik yaşam ile mühendislik ve mühendislik ile diğer STEM disiplinleri arasında ilişki kurmasını kolaylaştırmaktadır ve öğretmen adaylarının STEM PAB'larında olumlu yönde bir gelişim gözlenmektedir (Morris ve Nesmith, 2021). Ayrıca öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci boyunca ve sonunda iletişim, iş birliği, problem çözme gibi 21. yy. becerilerinde de olumlu yönde değişiklikler gözlenmektedir (Morris ve Nesmith, 2021). Mühendislik temelli STEM öğrenme ortamları öğretmen adaylarının mühendisliğe karşı tutumlarını, mühendislik

öğretimiyle ilgili öz yeterliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Morris ve Nesmith, 2021). Vossen ve diğ. (2020)'de bilimsel araştırma ve tasarımın ilişkilendirildiği öğretmen eğitimlerinin öğretmenlerin bilimsel araştırma ve tasarım arasında ilişki kurmayı sağladığı, bilimsel araştırma ve tasarımın öğretimiyle ilgili öğretmenlerin kişisel PAB'larını geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Arslan ve Yıldırım (2020)'da STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM öz-yeterlik inançlarını, STEM alan bilgilerin anlamlı yönde geliştirdiğini ve gündelik hayat ile STEM disiplinleri arasında ilişkilendirme kurmaya yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir. Roseman ve diğ. (2017) ise STEM uygulamalarının öğretmenlerin STEM alan bilgilerini geliştirdiğini, öğrenci bilgilerinin arttığını (öğrencilerin biyoloji dışında diğer disiplinlerde konu ile ilişkilendirdikleri kavramlarda var olan yanılgılarla ilgili bilgileri) belirlemişlerdir.

5.3. ÜÇÜNCÜ ALT PROBLEM

Bu bölümde çalışmanın "Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM modelleri nasıl değişim göstermektedir?" şeklindeki problemine ilişkin tartışma ve sonuçlar yer almaktadır.

Öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modellerini belirlemek amacıyla model çizimleri, modellerle ilgili açıklamalar ve görüşme dökümleri veri kaynakları kullanılarak adayların nihai modellerine karar verilmiştir. Adaylar farklı eğitim deneyimlere sahip olduklarından ilk ve son modellerinde çeşitlilik görülmüştür. Bu durum alanyazın ile de örtüşmektedir (Akaygun ve Aslan-Tutak, 2016, Aydın-Günbatar ve diğ., 2021; Aydın-Gunbatar ve diğ., 2018; Dare ve diğ., 2019; Pimthong ve Williams, 2021; Radloff ve Guzey, 2016; Ring ve diğ., 2017). Öğretmen adaylarının ilk modellerinde 6 farklı model çeşidi tespit edilmiştir. Bu modelleri şunlardır: Disiplinler arası ilişki (n=5), Bağlam olarak Bilim/Fen (n=2), Bağlam olarak Matematik (n=1), Gerçek yaşam problemleri (n=6), Ayrı disiplinler olarak STEM (n=2), 21.yy. becerileri bağlamında STEM (n=1). Adayların son modellerinde ise 7 farklı model türü belirlenmiştir. Bu modeller şu şekilde sıralanmaktadır: Disiplinlerüstü STEM (n=3), STEM+ (n=1), Disiplinlerarası ilişki (n=10), Bağlam olarak mühendislik (n=1), Gerçek yaşam problemleri (n=1), Ayrı disiplinler olarak STEM (n= 1), 21. yüzyıl becerileri bağlamında STEM (n=1). Adayların ilk ve son modelleri karşılaştırıldığında 13 öğretmen adayının modelinin değiştiği, 4 adayın ise bütünleşik STEM modellerinin aynı kaldığı belirlenmiştir. Değişen 2 modele bakıldığında modellerde STEM disiplinleri arasında ilişkilendirmenin azaldığı, 11 modelde ise disiplinler arası ilişkinin daha detaylı, açık ve anlaşılır bir dille gösterildiği

görülmüştür. İlk model çizimleri incelendiğinde adayların STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri çizim ve sözsel ifadelerle açıklamakta zorlandıkları belirlenmiştir. Bu durum adayların mühendislik, mühendislik tasarım süreci, teknoloji ve STEM disiplinlerinin ilişkilendirilmesi gibi konularda yeterli bilgiye sahip olmamalarından kaynaklanıyor olabilir (Aydın-Günbatar ve diğ., 2021; Aydın-Gunbatar ve diğ., 2018; Ring ve diğ., 2017). Adayların son modelleri incelendiğinde ise STEM disiplinleri arasındaki ilişkileri detaylı, açık ve anlaşılır bir dille yapmış olmaları da STEM alanlarında yeterliliğin adayların modellerine etki ettiğini örneklemektedir. Mevcut araştırmadaki öğretmen adayları lisans eğitimleri boyunca fen bilimleri ve matematik ile ilgili dersler alırken, teknoloji ile ilgili kısıtlı dersler almışlardır. Mühendislik ile ilgili ise hiç ders almamışlardır. Adayların çoğu ilk kez STEM, mühendislik, mühendislik tasarım süreci gibi kavramlar ile bu öğretmen eğitiminde tanışmışlardır. Bu durum adayların STEM disiplinleri arasındaki ilişkilerle ilgili açıklamalarında da açıkça görülmektedir. Adaylar mühendislik disiplinin fen, teknoloji ve matematik ile ilişkisini; teknoloji disiplinin fen, matematik ve mühendislik ile ilişkisini açıklamakta zorlanmışlardır. Bilimin matematik, fen ve teknoloji ile ilişkisini açıklarken adaylar kolayca örnekler sunmuşlardır. Matematik disiplinin fen, teknoloji ve mühendislik disiplinleriyle ilişkisini açıklarken ise matematiğin fen de kullanımıyla ilgili örneklere (formüllerin kullanımıyla yapılan hesaplamalar, yoğunluk hesabı gibi) odaklanmışlardır. Mühendislik disiplinin diğer disiplinler ile ilişkisini kurarken ise sadece zayıf ve yüzeysel açıklamalar yapılmıştır. Öğretmen adayları Su Filtresi ve Diş Macunu modülünde mühendislik problemini fen bilimleri, matematik ve teknoloji disiplinlerini kullanarak çözerken, mühendislik tasarım süreci basamaklarını içeren çalışma kağıtları ile problem çözme sürecini gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen eğitiminde kullanılan bu modüller öğretmen adaylarının STEM'in bütünleşik yapısını, disiplinler arası ilişkileri anlamasını ve kurmasını kolaylaştırmıştır (Aydın-Günbatar ve diğ., 2021; Aydın-Gunbatar ve diğ., 2018; Bartels ve diğ., 2019). Modüller uygulanırken öğretmen adayları mühendis rolünü üstlenerek fen bilimleri, teknoloji ve matematiği kullanarak gerçek yaşam problemlerine çözüm sunmuşlardır. Cunningham ve Carlsen (2014)'de mühendislik temalı öğretmen eğitimlerinde öğretmenlerin hem öğrenen hem de öğrenci rolünü üstlenmesi gerektiğini, mühendislik tasarım sürecini deneyimlemelerini ve disiplinler arası ilişkilerin kurulmasında öğretmenlerin desteklenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Mevcut araştırmada da öğretmen eğitimi gerçekleştirilirken bu unsurlara dikkat edilmiştir. Öğretmen adaylarının son modelleri incelendiğinde 21.yy. becerilerinin de modellere dahil edildiği dikkat çekmektedir. Benzer bir duruma Aydın-Günbatar ve diğ. (2021) ve Ring ve diğ. (2017)'nin de

çalışmalarında rastlanmaktadır. Mevcut araştırmada öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sırasında iletişim, problem çözme, yaratıcılık gibi farklı 21.yy. becerilerini öğrenen olarak geliştirirken, öğretmen olarak ise farklı 21.yy. becerilerini STEM ders planlarına entegre etmişlerdir. Öğretmen adayları 21 y.y. becerilerinden bazılarını öğrenen olarak kazanırken, öğretmen olarak ise bu becerilerin öğretimiyle ilgili deneyim kazanmışlardır. Bu sebeple öğretmen adayları bütünleşik STEM modellerinde 21.yy. becerilerine vurgu yapmış olabilirler. Buradan hareketle Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öğretmen adaylarının bütünleşik STEM ile algılarında olumlu yönde bir değişim meydana getirdiği, öğretmen adaylarının kendi bütünleşik STEM modelleriyle ilgili farkındalıklarını arttırdığı söylenebilir. Aydın-Günbatar ve diğ. (2021)'da bütünleşik STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının modellerini geliştirdiğini belirtmiştir.

Bütünleşik STEM modellerinden öğretmen eğitimi sonrasında 4 adayın modelinin aynı kaldığı tespit edilmiştir. Adayların modellerinde her ne kadar bir değişim gözlenmese de modellerle ilgili çizimlerde ve disiplinler arası ilişkilerle ilgili açıklamalarda (bir model hariç) ilerleme tespit edilmiştir. Değişmeyen bu modeller öğretmen adaylarına verilen bu eğitim süresinin yetersiz kalmasıyla açıklanabilir. Aydın-Günbatar ve diğ. (2021)'da çalışmalarında birkaç adayın bütünleşik STEM modellerinde değişiklik gözlemlemediklerini belirtmişlerdir ve bu durumu eğitim süresinin algı değiştirmek için yetersiz kalmasıyla açıklamışlardır. Ayrıca bu durum öğretmen adayının eğitim boyunca sunulan görevlere aktif katılım sağlamamasıyla da açıklanabilir. Modeli değişmeyen bir öğretmen adayı iki modülde de gerçekleştirilen görevlerin bazılarını tamamlarken, bazılarını hiç yapmamıştır. Öğretmen eğitiminin teorik kısmında da öğretmen adaylarına verilen görevlerden bazılarını yerine getirmiştir. Öğretmen adayının öğretmen eğitiminin teorik ve uygulama boyutunun tümüne öğrenen olarak aktif katılım sağlamaması adayın disiplinlerarası ilişkileri zayıf bir şekilde kurmasına veya hiç kuramamasına sebep olmuş olabilir. Diğer taraftan bir adayın bütünleşik STEM modelinde de düşüş gözlenmiştir. Aday ilk çiziminde STEM disiplinleri arasındaki ilişkiye odaklanırken, ikinci çiziminde ise bütünleşik STEM eğitimine odaklanmıştır. Benzer sonuca Akaygun ve Aslan-Tutak (2016)'da ulaşmıştır. Akaygun ve Aslan-Tutak (2016) öğretmen adaylarının modellerinde değişim ve düşüşün adayların ilk çizimlerinde STEM tanımına, son modellerinde ise STEM eğitiminin amacına odaklanarak çizim yapmalarına dayandırarak açıklamışlardır. Mevcut çalışmada öğretmen adayı verilen öğretmen eğitiminin teorik ve uygulamalı boyutlarındaki görevlerin birçoğunu tamamlamıştır, ancak tüm görevleri yerine getirmemiştir. Bu durum öğretmen adayının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kuramamasına neden olmuş

olabilir. Ring-Whalen ve diğ. (2018)'de STEM eğitimlerinde kazanılan deneyimlerin bireylerde sonuçlarının farklı olduğunu, STEM eğitimlerinin öğretmenlerin bütünleşik STEM modellerinin değişmesine olumlu etkisini vurgulamışlardır. Aydın-Gunbatar ve diğ. (2018) ise tasarım temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının alan bilgilerini arttırdığını, gerçek hayat problemlerine çözüm yolu sunarken farklı disiplinlerden faydalanıldığı için STEM'in bütünleşik doğasını öğretmen adaylarının fark ettiğini belirtmiştir.

Son olarak da bazı adayların çizim, açıklama ve görüşme dökümlerinde modelleriyle ilgili farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bu durum adayların çizimler esnasında zorlanması, açıklama yaparken kendilerini sözlü ifade ederken rahat hissetmeleri, görüşmeler esnasında disiplinler arası ilişkiler ile ilgili daha fazla düşünüp modellerini oluşturmalarıyla açıklanabilir. Aydın-Günbatar ve diğ. (2021)'de öğretmen adaylarının çizdikleri modeller ile açıklamaları arasında uyuşmazlıkların olduğundan bahsetmişlerdir ve bu durumu adayların çizim sırasında zorlanmaları ile açıklamışlardır. Ring ve diğ. (2017)'de öğretmenlerin bütünleşik STEM modellerini nasıl çizeceklerini bilemediklerini, sadece modelleriyle ilgili açıklama yapmaya gittiklerini belirtmiştir. Araştırmacılar öğretmenlerin modellerini çizememe sorunlarını fotoğraflardan çıkarım yöntemi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yaparak çözmüşlerdir.

5.4. DÖRDÜNCÜ ALT PROBLEM

Bu bölümde çalışmanın "Fen bilimleri öğretmen adaylarının kimya konularına yönelik Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersi planlama becerileri nasıl değişim göstermektedir?" şeklindeki problemine ilişkin tartışma yer almaktadır.

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi öncesinde (birinci ders planı), teorik kısım sonrasında (ikinci ders planı) ve uygulamalar sonrasında (üçüncü ders planı) geliştirdikleri ders planları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu ile değerlendirilerek öğretmen adaylarının STEM ders planı geliştirme becerilerindeki değişime bakılmıştır. Bu amaçla ilk olarak birinci, ikinci ve üçüncü ders planlarından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılaşma olup olmadığına bakılmıştır. Sonrasında ise STEM PAB öğelerinin birinci, ikinci ve üçüncü ders planında ortalama değerlerinin farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Öğretmen adaylarının hazırladıkları birinci, ikinci ve üçüncü ders planı puanlarının arasında Friedman (2005) testi ile anlamlı bir farklılık belirlenmiştir (Bakınız, Tablo 28). Hangi gruplar arasında farklılık olduğunu belirlemek için ise Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır (Bakınız, Tablo 29). Öğretmen

adaylarının birinci ve ikinci ders planlarından aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Buradan hareketle Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılabilir. Bu sonuçlar alanyazındaki diğer çalışmalarla da benzerlik göstermektedir (Bergsten ve Frejd, 2019; Bowers ve Ernst, 2018; Çalış, 2020; Çiftçi ve diğ., 2022; Maiorca ve Mohr-Schroeder, 2020; Weinberg ve Sample McMeeking, 2017). Çiftçi ve diğ. (2022) okul öncesi öğretmen adaylarına 14 hafta boyunca STEM eğitimi uyguladıktan sonra STEM ders planı hazırlama becerilerinin olumlu yönde değiştiğini belirlemişlerdir. Okul öncesi öğretmen adaylarının dönem sonunda hazırladıkları ders planlarını bir konu bağlamında, disiplinleri ilişkilendirerek öğretmen çıktılarını doğru şekilde belirledikleri araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Bergsten ve Frejd (2019)'ta matematik öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bergsten ve Frejd (2019) matematik öğretmen adaylarına programlama, dijital araçlar, matematiksel muhakeme becerileri, matematiksel modelleme ve STEM eğitimini konu alan bir STEM eğitimi semineri vermiştir. STEM eğitim semineri sonrasında öğretmen adaylarının geliştirdikleri matematik temalı STEM ders planlarının analizi sonucunda adayların STEM odaklı öğrenme süreçlerini ve 21.yy. becerilerini ders planlarına entegre ettikleri belirlemişlerdir. Alanyazındaki teorik STEM eğitiminin öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama becerilerine olumlu etkisinin aksine Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu (2019) fen bilimleri öğretmen adaylarına verilen 4 haftalık bir STEM eğitimi sonrasında öğretmen adaylarının ders planlama becerilerinin gelişmediğini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları ders planlarına STEM odaklı öğrenme süreçlerini entegre edememişlerdir, ders planlarını fen odaklı hazırlamışlardır.

Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin teorik boyutunda öğretmen adayları "STEM Eğitim Tarihi", "STEM Okuryazarlığı", "21. Yüzyıl Becerileri", "Bütünleşik STEM Eğitimi ve Entegrasyon Modelleri", "Mühendislik ve Mühendislik Tasarım Süreci", "STEM Eğitiminde Kullanılan Yaklaşımlar", "Tasarım Temelli Öğrenme", "STEM'de Ölçme ve Değerlendirme", "Tasarım Temelli STEM Ders Planı Geliştirme" konularıyla ilgili akademik okumalar yapmışlardır ve eleştirel bir gözle akademik okumalarla ilgili değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları akademik okumalarla ilgili çevrimiçi ve çevrimdışı ortamlarda tartışmalarda yapmışlardır. Bu durum öğretmen adaylarının STEM ile ilgili teorik bilgi ve uygulama boyutu arasında ilişki kurmasını kolaylaştırmış olabilir. Alanyazında da hizmetiçi/ hizmet öncesi eğitimlere akademik okumaların entegre edilmesinin öğretmen/öğretmen adaylarının teori ile uygulamalar arasında

ilişki kurmasını kolaylaştırdığı vurgulanmaktadır (Furman Shaharabani ve Yarden, 2019). Akademik okumalar hizmet içi/ hizmet öncesi eğitimlere entegre edilirken öğretmen/öğretmen adaylarının teori ve uygulama arasında ilişki kurmalarını sağlayacak sorular yüz yüze, çevrimiçi veya çevrimdışı öğrenme ortamlarında sorulmalıdır, tartışma ortamları hazırlanmalıdır (Furman Shaharabani ve Yarden, 2019). Bu araştırma da öğretmen adaylarına akademik okumalar ile ilgili sorular yöneltilerek sınıf içinde ve sanal sınıfta (Google Classroom) tartışmalar yapmaları sağlamıştır. Bu durum öğretmen adaylarının akademik okumalar (STEM'in teorik boyutu) ile ders planlama (uygulama) süreci arasında ilişki kurmalarını kolaylaştırmış olabilir. Öğretmen adayları STEM, STEM eğitimi, STEM disiplinlerinin entegrasyonu, mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli mühendislik gibi konularla ilgili yeterli bilgi ve beceriye sahip değillerdir (Capobianco ve Rupp, 2014; Cunningham ve Carlsen, 2014; Çiftçi ve diğ., 2022; Mesutoglu ve Baran, 2021; Stohlmann ve diğ., 2012). Bu sebeple herhangi bir konuyla ilgili STEM ders planı geliştirmeden önce STEM, STEM eğitimi, STEM disiplinlerinin entegrasyonu, mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli mühendislik gibi konularla ilgili bilgi sahibi olmaları gerekmektedir (Capobianco ve Rupp, 2014; Cunningham ve Carlsen, 2014; Çiftçi ve diğ., 2022; Mesutoglu ve Baran, 2021; Stohlmann ve diğ., 2012). Öğretmen adayları ile Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nde verilen akademik okumalar, mühendislik tasarım süreciyle ilgili video ve ek kaynaklar, çevrimiçi ve çevrimdışı öğrenme ortamlarında yürütülen tartışmalar, adaylara verilen geri dönütler ile STEM, STEM disiplinlerinin entegrasyonu, mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli mühendislik gibi konularla ilgili sahip oldukları bilgiyi arttırmıştır. Bu durum aynı zamanda öğretmen adaylarının STEM alan bilgisi ve pedagojik alan bilgilerini de arttırmıştır (Mesutoglu ve Baran, 2021; Sun ve Strobel, 2013). Adayların STEM odaklı öğrenme süreçlerini ve 21.yy. becerilerini ders planlarına entegre etme becerilerini de olumlu yönde etkilemiştir.

Öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin teorik boyutundan ve uygulamalarından sonra hazırladıkları ikinci ve üçüncü ders planları puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç alanyazındaki farklı çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2022; Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020; Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu, 2019; Capobianco ve Rupp, 2014). Örneğin; Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu (2019) öğretmen adaylarına STEM ile ilgili teorik bilgi verdikten sonra "Sağlıklı Yaşam", "Olay Yeri İnceleme", "Isı Yalıtımı", "Lego ile

Hayvan Tasarımı", "Arduino ile Kolay Ulaşım ve Mucizevi Kurum" konuları ile ilgili STEM uygulamaları gerçekleştirmiştir. Uygulamalardan sonra adaylar STEM ders planları hazırlamıştır. Adayların teorik STEM eğitimi ve STEM uygulamaları sonrasında hazırladıkları ders planları karşılaştırıldığında ders planlarının içerik, ölçme ve değerlendirme, uygulanabilirlik ve yaklaşım boyutlarında ilerleme olduğu belirlenmiştir. Capobianco ve Rupp (2014) ise STEM öğretmenlerine verdikleri hizmetiçi eğitim sonrasında öğretmenlerden iki adet tasarım temelli STEM ders planı hazırlamalarını istemiştir. Hizmetiçi eğitim sonrasında öğretmenler ders planlarına müfredat kazanımlarını, mühendislik becerilerini entegre etmede gelişim göstermişlerdir.

Hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimlerde öğretmen ve öğretmen adaylarının aktif bir öğrenen olarak yer almaları STEM eğitimiyle ilgili bilgi ve becerileri kazanmalarına katkı sağlamaktadır (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020; Desimone, 2009). Öğretmen ve öğretmen adayları STEM eğitimleri sırasında öğrenen olarak aktif bir rol alırken öğrencilerin bilmesi gereken kavram ve bilgileri fark ederler, öğrencilerin öğretilen konu ile ilgili kavram, bilgi ve becerileri nasıl öğrendiklerini deneyimlerler (Osborne, 2014). Öğretmen ve öğretmen adayları tasarım temelli STEM eğitimlerini öğrenen olarak deneyimlerken mühendislik tasarım sürecini, tasarım temelli STEM eğitimine dayalı bir ders planı geliştirirken öğretmen rolüne geçmişlerdir ve fen kavramlarını diğer disiplinlerle ilişkilendirirken kullandıkları öğretim yaklaşımlarında, yöntem ve tekniklerinde değişiklik yapabilmişlerdir (Capobianco ve diğ., 2022). Ayrıca öğretmen ve öğretmen adayları öğrenme sürecinde aktif rol aldıklarından gündelik hayattan bir probleme mühendislik tasarım sürecini kullanarak çözüm bulmaya çalışırlar (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). Bu durum öğretmen ve öğretmen adaylarının zihinlerinde yer alan STEM'in teorik ve uygulama boyutuna ilişkin belirsizliklerinde kaybolmasına katkıda bulunur (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). STEM eğitimleri sırasında öğretmen ve öğretmen adayları öğrenen rolünde olduğundan deneyimledikleri STEM eğitiminde kullanılan yöntem, teknik ve stratejileri yakından gözlemler (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). Öğretmen ve öğretmen adayları genellikle mühendislik ve STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine yönelik dersler almadıklarından mühendislik, mühendisliğin doğası ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili yeterli bilgi ve becerilere sahip değillerdir (Dare ve diğ., 2018). Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adayları mühendislik ve mühendislik tasarım süreci deneyimlemelidirler (Capobianco ve diğ., 2022). Bu çalışmada öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi ile mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli STEM ile ilgili akademik okumalar yapmışlardır ve iki farklı modül ile mühendislik

tasarım sürecinin tüm aşamalarını mini tasarım ve büyük tasarım görevlerini deneyimlemişlerdir. Öğretmen adayları gerçekleştirilen öğretmen eğitimi sırasında kimya kavramları ile mühendislik tasarım süreci arasındaki ilişkiyi öğrenen olarak kurmuşlardır, öğrenen ve öğretmen gözünden deneyim kazanmışlardır (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Bartels ve diğ., 2019; Capobianco ve diğ., 2022; Pinnell ve diğ., 2013). Bu durum öğretmen adaylarının STEM ile ilgili teorik bilgilerini ve uygulamalarda kazandıkları bilgi, beceri, deneyimlerini tasarım temelli STEM ders planı hazırlamalarına entegre etmelerini kolaylaştırmış olabilir. Bu sebeple gündelik hayat problemlerinin kullanıldığı tasarım temelli bütünleşik STEM öğrenme ortamlarına sunduğu çıktılarda düşünülerek hizmetöncesi ve hizmetiçi eğitimlerde daha fazla yer verilmesi gerektiği söylenebilir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öncesinde (birinci ders planı) ve öğretmen eğitimin bitiminde hazırladıkları ders planlarının (üçüncü ders planı) puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Wilcoxon işaretli sıralar testi sonucunda puanlar anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırmadaki bu sonuç alanyazındaki diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Aydin Gunbatar ve diğ., 2022; Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020; Bartels ve diğ., 2019; Bergsten ve Frejd, 2019; Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu, 2019; Burton ve diğ., 2022; Capobianco ve diğ., 2022; Capobianco ve Rupp, 2014; Cook ve diğ., 2020; Çalış, 2020; Çiftçi ve diğ., 2022; Guzey ve diğ., 2016; Maiorca ve Mohr-Schroeder, 2020; Ryu ve diğ., 2019; Sias ve diğ., 2017). Aydin Gunbatar ve diğ., (2022) kimya öğretmen adaylarına verdikleri 13 haftalık mühendislik temalı bütünleşik STEM eğitimi sonrasında adayların STEM ders planlarında gelişme olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adayları STEM eğitimi öncesinde hazırladıkları STEM/fen ders planlarına mühendislik disiplinini entegre etmemişlerdir. Ancak dönem sonunda hazırladıkları ders planlarına mühendislik tasarım sürecini entegre etmişlerdir. Bozkurt Altan ve Ucuncuoglu (2019)'da fen bilimleri öğretmen adaylarına verdikleri STEM eğitimi sonrasında adayların STEM odaklı ders planlama becerilerinin geliştiği, STEM eğitimi öncesi hazırlanan ders planlarında sadece tek bir disipline (fen bilimleri) yer verildiğini, eğitim sonrasında ise fen bilimleri ile mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin ders planlarına entegre edildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca adayların STEM eğitimi sonrasında hazırladıkları ders planları sınıflarda uygulanabilir düzeydedir, ölçme ve değerlendirme boyutunu da içermektedir. Maiorca ve Mohr-Schroeder (2020) ise matematik öğretmen adaylarına bütünleşik STEM eğitimi vermiştir. Adaylar STEM eğitimi sonrasında STEM kampında ortaokul öğrencileri birlikte uygulamalar gerçekleştirmişlerdir.

Uygulamaların bitiminde STEM ders planı geliştirmişlerdir. Öğretmen adaylarının birçoğu hazırladıkları ders planlarına matematik ve mühendisliği entegre ederken, sadece üç aday fen bilimleri, matematik ve mühendisliği bir arada ders planına entegre etmiştir. Ayrıca 15 adayın ders planında mühendislik tasarım problemi, kriter, sınırlılıklar, prototipi oluşturma, prototipi test etme, veri toplama ve veri analizi süreçleri de yer almaktadır. Adayların hazırladığı 14 ders planında iş birliği, iletişim gibi 21.yy. becerilerine de farklı düzeylerde yer verilmiştir. Alanyazında öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM, mühendislik, mühendislik tasarım süreci konularında kendilerini yetersiz hissettikleri ve STEM disiplinlerini ilişkilendirmekte zorlandıkları ifade edilmektedir (Akaygün ve Aslan-Tutak, 2016; Aydin Gunbatar ve diğ., 2022; Margot ve Kettler, 2019; Mesutoglu ve Baran, 2021). Bu sebeple mevcut çalışmada öğretmen adaylarına mühendislik tasarım sürecini, STEM disiplinlerinin bütünleşik doğasını anlayabilecekleri, öğrenen ve öğretici gözünden deneyimleyebilecekleri 14 haftalık Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi verilmiştir. Adaylar eğitimin uygulama boyutunda diş macunu formülü geliştirirken ve su filtresi tasarlarken mühendislik tasarım süreci basamaklarını, STEM disiplinlerinin bütünleşik doğasını ve Tasarım Temelli STEM eğitimini öğrenen gözünden ve öğretici gözünden deneyimlemişlerdir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020; Cunningham ve Carlsen, 2014). Uygulama sürecinde öğretmen adayları öncelikle büyük tasarım görevindeki problemini belirlemişlerdir. Problemin çözümü için gerekli mini tasarım görevlerini tamamlamışlardır. Büyük tasarım görevini yerine getirirken prototiplerini kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurarak oluşturmuşlardır. Prototiplerini test etmişlerdir ve sonrasında prototiplerinde iyileştirmeler yapmışlardır. Modüllerin uygulanması sırasında öğretmen adayları ile bu modüllerin ortaokul düzeyindeki öğrenciler ile uygulanabilirliğine yönelik tartışmalarda yürütülmüştür. Bu durum öğretmen adaylarının hem öğrenen hem de öğretici gözünden Tasarım Temelli STEM eğitimini deneyimlemelerine olanak sağlamıştır. Adaylar STEM ders planlarını hazırlarken de öğretmen gözünden deneyim kazanmışlardır. Ayrıca Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi modülleri geliştirilirken modüllerin içeriklerinin dikkat çekici olmasına, gerçek hayattan bir problemi yansıtmasına ve öğretmen adaylarını motive edecek nitelikte olmasına dikkat edilmiştir. Bütünleşik STEM eğitimlerinde dikkat çekici, gerçek hayatı yansıtan öğrenme ortamları öğrenenlerin motivasyonlarını arttırmaktadır ve öğrenme süreci sonucunda olumlu çıktıların alınmasını sağlamaktadır (Guzey ve diğ., 2016; Moore ve diğ., 2015). Gerçek hayat problemlerini konu alan, dikkat çekici modüller fen bilimleri öğretmen adaylarının

motivasyonunu arttırmış, öğrenme çıktılarını yani geliştirdikleri ders planlarını da olumlu etkilemiş olabilir.

Ders planı hazırlama becerisi öğretmenlik mesleğinin merkezinde yer alan ve öğrenci öğrenmesinin başarılı bir şekilde gerçekleşmesini etkileyen faktörlerden biridir (Kang ve diğ., 2018). Öğretmenler dersi planlama sürecinde STEM alan bilgileri, STEM pedagojik alan bilgileri, entegrasyon bilgileri gibi farklı bilgileri kullanarak öğretim sürecini planlamaktadırlar (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Gess-Newsome, 2015; Shulman, 1986; Vossen ve diğ., 2020). Bu durum öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM ders planı hazırlama yeterliliklerini ve bu becerilerin geliştirilmesini gündeme getirmektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Bartels ve diğ., 2019; Lin ve diğ., 2022). Bir STEM ders planı hazırlanırken öncelikle öğrenci düzeyine uygun STEM kazanımları belirlenmelidir (Bartels ve diğ., 2019). Sonrasında kazanımlara uygun bir yöntem seçilerek, gerçek yaşam problemlerini konu alan etkinlikler tasarlanmalıdır ve uygun ders materyalleri, değerlendirme yöntemleri belirlenmelidir (Bartels ve diğ., 2019). STEM kazanımlarına uygun, gerçek yaşam problemlerini konu alan etkinlikler/ders planları tasarlanırken fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri entegre edilerek STEM ders planları hazırlanmalıdır (Bartels ve diğ., 2019). Öğretmen adayları STEM alan bilgisi, STEM pedagojik alan bilgisi, entegrasyon bilgisi gibi farklı bilgilerin bir arada kullanımıyla ilgili sınırlı bir deneyime sahip olduklarından ders planlama sürecinde farklı zorluklar yaşamaktadırlar (Burton ve diğ., 2022; Ryu ve diğ., 2019). Bu sebeple öğretmen adaylarının STEM dersi planlama becerilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir (Bartels ve diğ., 2019). Mevcut çalışmada öğretmen adayları Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin öncesinde (birinci ders planı) ve teorik eğitimin bitiminde (ikinci ders planı), ve uygulamaların bitiminde (üçüncü ders planı) ders planı hazırlamışlardır. Öğretmen adayları ders planlarını geliştirirken uygun STEM kazanımlarını belirlemişlerdir veya kazanımlarını kendileri yazmışlardır. Sonrasında ise öğrenci düzeyine uygun, STEM kazanımları ile örtüşen, gerçek hayat problemlerini konu alan Tasarım Temelli STEM ders planları geliştirmişlerdir. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nde öğretmen adayları tasarım temelli STEM ile ilgili teorik ve uygulamalı deneyimler kazanmışlardır ve bu deneyimlerine bağlı olarak bütünleşik STEM modellerinde, STEM tanımlarında, tasarım temelli STEM eğitimiyle ilgili bilgi ve becerilerinde değişiklik yapmışlardır. Öğretmen adaylarına sağlanan teorik ve uygulamalı deneyimler adayların teorik ve uygulama arasında ilişki kurmasını kolaylaştırmış olabilir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). Öğretmen adayları geçmiş öğrenme deneyimlerine dayanarak öğrenme ortamlarını tasarladıklarından, geliştirdikleri ders

planlarında da gelişim gözlenmiştir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). Bu durum adaylarının hazırladıkları birinci, ikinci ve üçüncü ders planları puanları arasında anlamlı farklılığın Wilcoxon işaretli sıralar testi ile belirlenmesinden elde edilen sonuçlarda da görülmektedir. Ayrıca mevcut çalışmada öğretmen adaylarına ders planı hazırladıktan sonra mentörlük desteği verilmiştir. Mentörlük uygulamaları STEM ile ilgili az deneyimi olan öğretmenlerin/öğretmen adaylarının kendilerine sunulan öğrenme sürecinden öğrenmelerini sağlamakta, STEM ile ilgili mesleki deneyimlerini ve yeterliliklerini arttırmaktadır (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020; Bartels ve diğ., 2019; Feiman-Nemser, 1998). Bu çalışmada öğretmen adayları tasarım temelli mühendislik tasarım süreci uygulamaları sırasında ve ders planlarını geliştirdikten sonra mentörlerin STEM ile ilgili bilgi ve deneyimlerinden faydalanmıştır. Alanyazında mentörlük uygulamalarının farklı şekillerde ve farklı roller üstlenilerek yapıldığı vurgulanmaktadır (Feiman-Nemser ve Parker, 1992; Ganser, 2001). Mevcut araştırmada öğretmen adaylarına mentörlük verilirken adaylara sanki ellerinde bir yemek tarifi varmış gibi tasarım yaptırmak yerine problem durumunu belirlemelerine, STEM disiplinleri arasında entegrasyonu sağlamalarına yönelik sorular sorulmuştur. Olası çözüm yollarını tartışmalarına yönelik öğrenme ortamı sağlanmıştır. Adayların prototiplerinin güçlü ve zayıf yönlerini belirleyebilmelerine yönelik sorular sorulmuştur ve çözüm önerilerinde iyileştirmeye gitmeleri sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına ders planlama sürecinde STEM ders planları ile öğrenme hedeflerini belirlemeye yönelik, STEM disiplinlerini ilişkilendirmelerine yönelik sorular sorulmuştur. Bu durum adayların öğretim stratejileri ve öğrenciye yönelik bilgilerinin olumlu yönde değişmesini sağlamıştır (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2020). Van Driel ve diğ. (2002)'da mentörlük uygulamalarının öğretmen adaylarının öğretim stratejileri ve öğrenciye yönelik pedagojik alan bilgilerini arttırdığını belirtmiştir. Aydin-Gunbatar ve diğ. (2020) ise mentörlük uygulamalarının öğretmen adaylarında en az değişim gözlenen değerlendirme ve öğretim programı bilgilerinde dahi gelişme sağladığını vurgulamıştır.

Öğretmen adaylarının ders planlarında öğrenci bilgisi, öğretim programı bilgisi, öğretim stratejisi bilgisi ve ölçme bilgisindeki değişimlerine de bakılmıştır. Öğretmen adaylarının öğrenci bilgisi bileşeniyle ilgili ders planlarında konuyla ilgili kavram yanılgılarını ve öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrenci bilgisi için 6 puan üzerinden birinci ders planlarında ortalama değer .65, ikinci ders planlarında ortalama değer .82 ve üçüncü ders planlarında ise ortalama değer 4.00 olarak tespit edilmiştir. Ortalama değerlerdeki bu artış Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitiminin adayların öğrenci bilgisine olumlu katkı sağladığını gösterebilir.

Öğretmen adayları üç ders planında da fen bilimleri ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgılarını belirleme yoluna gitmişlerdir. Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini belirlerken ise birinci ve ikinci ders planında daha çok fen bilimleri dersiyle ilgili hazır bulunuşluk düzeyini belirlemeye odaklandıkları, üçüncü ders planında fen bilimleri dışında teknoloji, matematik gibi disiplinlerle ilgili hazır bulunuşluk düzeylerini de dikkate almışlardır. Öğretmenlerin STEM PAB kapsamında öğrencilerinin STEM konularıyla ilgili sahip oldukları ön bilgileri ve kavram yanılgılarını belirleyebilme yetkinliğine sahip olması gerekmektedir (Putra, 2019). Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini ve kavram yanılgılarını belirlemede öğretmenlerin sahip oldukları alan bilgileri rol oynamaktadır (Even ve Tirosh, 1995). Öğrenci bilgisi öğretmenlerin STEM disiplinlerine özgü kavramlara hâkim olmalarını ve STEM disiplinlerinde bulunan kavramlar arasında ilişki kurmasını da yönlendirmektedir (NRC & NAE, 2014). Mevcut araştırmadaki öğretmen adayları lisans eğitimleri boyunca ağırlıklı olarak fen bilimleri ile ilgili alan dersleri almışlardır. Teknoloji ve matematik ile ilgili aldıkları alan bilgisi dersleri sınırlıdır, mühendislik ile ilgili dersler ise hiç almamışlardır. Bu sebeple adayların mühendislik, teknoloji ve matematik alan bilgilerinde eksiklikler olabilir ve adaylar ders planlarında öğrencilerin kimya konularıyla ilgili hazır bulunuşluk düzeyini ve kavram yanılgılarını belirlemeye odaklamış olabilirler. Öğretmen adaylarına ders hazırlama sürecinde verilen mentörlük uygulamaları da öğretmen adaylarının yetkinliklerini arttırmada yetersiz kalmış olabilir.

Öğretmen adaylarının ders planlarında öğretim programı bilgisi öğesinin değişimine bakmak için adaylardan ders planlarında fen, mühendislik, teknoloji, matematik kazanımlarının uygun ve doğru şekilde belirlemeleri, sınıf düzeyini öğrenci seviyesine uygun olacak bir şekilde, ders süresiyle birlikte belirtmeleri istenmiştir. Adayların öğretim programı bilgisi 21 puan üzerinden birinci ders planlarında ortalama değeri 11.35, ikinci ders planlarında ortalama değeri 14.12, üçüncü ders planlarında ise ortalama değeri 18.76 belirlenmiştir. Ortalama değerlerdeki bu artış dikkate alınarak Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitiminin adayların öğretim programı bilgisinin olumlu yönde gelişmesine katkı sağladığı söylenebilir. Cook ve diğ. (2019) ilkokul öğretmenlerinin verilen STEAM hizmetiçi eğitiminden önce hazırladıkları ders planlarının kazanımlar ile uyumlu olduğunu, ancak öğretim süreci ile kazanımları ilişkilendirmedikleri belirtmiştir. İki yıllık hizmetiçi eğitim süreci sonunda ise öğretmenler STEAM kazanımlarını ders planlarında ilişkilendirmişlerdir ve öğrenme sürecini STEAM disiplinlerini ilişkilendirerek detaylı bir şekilde ders planlarında açıklamışlardır. Bu durum mevcut çalışmada öğretmen adaylarının hazırladıkları birinci ve

üçüncü ders planlarında gözlemlenmiştir. Mevcut araştırmaya katılan öğretmen adayları birinci ders planlarında STEM kazanımlarının çoğunu sınıf düzeyine uygun belirlemişlerdir. Ancak bu kazanımların ders planında ilişkilendirilmesine ve öğretim sürecinde nasıl uygulanacağına yönelik detaylı açıklamalara yer vermemişlerdir. Üçüncü ders planında ise adaylar STEM kazanımlarını öğrenci seviyesine uygun belirlemişlerdir. Ders süresince gerçekleştirmeyi planladıkları etkinliklere ve STEM kazanımlara uygun olarak belirlemişlerdir. Öğrenme süreci de son ders planlarında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Öğretmen adaylarının ders planlarında öğretim stratejileriyle ilgili bilgilerindeki değişimi belirlemek amacıyla ders planlarında Tasarım Temelli fen eğitimi ve Hynes ve diğ. (2011)'nin mühendislik tasarım sürecini kullanmaları istenmiştir. Bu amaçla adayların ders planlarında büyük tasarım görevini destekleyecek şekilde mini tasarım görevleri vermeleri, tasarım görevlerine uygun malzeme seçmeleri, etkili ve dikkat çekici etkinlikler tasarlamaları/seçmeleri, problem durumlarını STEM kazanımlarına uygun hazırlamaları ve mühendislik tasarım sürecini ders planlarına yansıtmaları istenmiştir. Adayların öğretim stratejileri için hesaplanan ortalama değerleri 39 puan üzerinden birinci ders planı için 6.71, ikinci ders planı için10.47, üçüncü ders planı için 31.47 olarak hesaplanmıştır. Ortalama değerler arasındaki bu artış Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitiminin adayların öğretim stratejileriyle ilgili bilgilerinde farklılık oluşmasına katkıda bulunduğu söylenebilir. Mevcut araştırmada öğretmen adayları kimya kavramlarını biyoloji gibi fenin diğer dalları, teknoloji, mühendislik ve matematik konu ve kavramlarıyla ilişkilendirilmişlerdir ve STEM modüllerindeki etkinlikleri tamamlamışlardır. Bu durum öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini ve tasarım temelli STEM eğitimini farklı öğrenme senaryolarında görmelerini, analiz etmelerini sağlamıştır (Dalvi ve diğ., 2021). Bütünleşik STEM eğitimini uygularken ilgi çekici ve öğrencilerin motivasyonunu arttıracak STEM etkinliklerine yer verilmesi önemlidir (Moore ve diğ., 2014). Gerçek yaşamdan alınan öğrenme senaryoları öğrencilerin motivasyonunu arttırırken, öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olmalarını da sağlamaktadır (Kolodner ve diğ., 2003b). Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adaylarına STEM ders planı geliştirirken gerçek yaşamdan alınmış, ilgi çekici ders planlarının geliştirilmesi için destek olunmalıdır (Güzey ve diğ., 2016). Mevcut çalışmada öğretmen adayları özellikle birinci ders planlarını geliştirirken ilgi çekici, kimya odaklı STEM problemi bulmakta zorlanmışlardır. Aydin Günbatar ve diğ. (2022)'da bazı kimya öğretmen adaylarının kimya odaklı gerçek yaşam problemi yazmakta zorlandıklarını, bazı adayların ise gerçek yaşamı konu alan kimya odaklı STEM problemi yazamadıklarını belirtmiştir. Alanyazında da

STEM problemlerinin genellikle fizik temalı olduğundan bahsedilmektedir (Aydın-Günbatar, 2018). Mevcut araştırmada öğretmen adaylarına ders planlarını geliştirirken verilen mentörlük uygulamaları öğretmen adaylarının kimya odaklı gerçek yaşam problemi yazmalarını kolaylaştırmış olabilir. Ayrıca STEM ders planları öğrenci düzeyine de uygun olarak hazırlanmalıdır (Guzey ve diğ., 2014). Özellikle ortaokul öğretmenleri mühendislik tasarım sürecini içeren bütünleşik STEM ders planı geliştirirken zorlanmaktadırlar (Güzey ve diğ., 2016). Öğretmen adayları mühendislikle ilgili öğretim stratejilerini (mevcut çalışmada tasarım temelli STEM eğitimi) belirlemekte ve uygulamakta yetersiz kalmaktadırlar. Bu çalışma tasarım temelli STEM'e uygun ders planları hazırlanması istendiğinden Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu'na tasarım temelli STEM ile ilgili becerileri değerlendirmek için maddeler eklenmiştir. Bu maddeler şunlardır: 8, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22. Bu maddeler ders planlarında puanlandırılmıştır ve ortalama değerleri hesaplanmıştır. Adayların birinci ders planlarında ortalama değer 39 puan üzerinden 6.71 olarak hesaplanırken, teorik ve uygulamalı eğitim sonrasında ortalama değerlerde artış gözlenmiştir. Adayların birinci ders planında gözlenen değer adayların mühendislik tasarım süreci ve tasarım temelli STEM eğitimiyle ilgili yeterli bilgi, beceri ve tecrübeye sahip olmadıklarını göstermektedir. Bu sonuç alanyazındaki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Aydin-Gunbatar ve diğ., 2018; Aydin Günbatar ve diğ., 2022; Capobianco ve diğ., 2022). Adayların ikinci ders planı için 10.47, üçüncü ders planı için 31.47 değeri belirlenmiştir. Ortalama değerlerdeki bu artış öğretmen adaylarının mühendislik tasarım süreci ve tasarım temelli STEM ile ilgili bilgi ve becerilerini arttırmış olabilir. Aydin-Gunbatar ve diğ. (2018)'da kimya öğretmen adayları ile gerçekleştirdikleri tasarım temelli STEM eğitimleri sonrasında adayların gelecekte sınıflarında tasarım temelli STEM eğitimi kullanmak için yeterli mühendislik, mühendislik tasarım süreciyle ilgili bilgiye sahip olduklarını ve farkındalıklarının arttığını belirtmiştir. Mevcut çalışmada fen bilimleri öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitiminin teorik boyutunda mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli STEM eğitimi, mühendisliğin doğası gibi konularda bilgi edinirken, uygulama boyutunda ise tasarım temelli STEM eğitimi bağlamında hazırlanan gerçek hayattan seçilen problem durumlarında mühendislik tasarım süreci aşamalarını takip etmişlerdir. Kimyayı, diğer fen bilimleri alanları, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile ilişkilendirerek gerçek yaşamdan seçilmiş probleme çözüm üretmişlerdir. Adaylar problem durumuna çözüm üretirken mühendislik tasarım sürecinin doğrusal olmayan doğasını da deneyimlemişlerdir (Capobianco ve diğ., 2022). Kimya Odaklı Tasarım Temelli

Bütünleşik STEM Öğretmen eğitimi uygulamaları sırasında adaylar teorik olarak öğrendikleri bilgiler ile tasarım temelli STEM uygulamaları arasında bir öğrenen olarak ilişki kurmuşlardır (Capobianco ve diğ., 2022). Öğretmen adayları öğrenen olarak deneyimledikleri mühendislik tasarım sürecini ders planlarına yansıtma eğilimindedirler (Aydin Günbatar ve diğ., 2022). Mevcut çalışmada da adaylar birinci elden mühendislik tasarım sürecini ve tasarım temelli STEM eğitimini deneyimlediklerinden birinci ders planlarından sonra geliştirilen ikinci ve üçüncü ders planlarında da mühendislik tasarım sürecini detaylandırarak kullandıkları, tasarım temelli STEM eğitimine uygun olarak tasarım görevlerini planladıkları gözlenmiştir. Bu durum öğretmen ve öğretmen adaylarına bütünleşik STEM ders planı geliştirirken öğrenci düzeyine uygun, mühendislik tasarım sürecini içeren ders planları geliştirmeleri için verilen desteğin etkili olmasıyla açıklanabilir (Güzey ve diğ., 2016).

Öğretmen adaylarının ders planlarında ölçme bilgisi öğesinin değişimine bakmak için adaylardan ders planlarına STEM kazanımları ve 21.yy. becerileri ile ilgili kazanımları değerlendirme yöntemlerini dahil etmeleri istenmiştir. Adayların birinci ders planlarında ölçme bilgisi için ortalama değer 1.18, ikinci ders planında ortalama değer 1.59, üçüncü ders planında ortalama değer 3.41 olarak belirlenmiştir. Üç ders planın ortalama puanları kıyaslandığında Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen eğitiminin adayların ölçme bilgilerinin gelişmesine olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Bütünleşik STEM eğitiminin uygulandığı sınıflarda öğretmenlerin en çok zorlandığı alanlardan biri de geleneksel ve alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerinin öğrenci değerlendirilmesi için seçilmesi aşamasıdır (Güzey ve diğ., 2016). Öğretmenler derslerini planlama sürecinde ölçme ve değerlendirme yöntemlerini arka plana atarak ders planlamalarını yapmaktadırlar (Amador ve diğ., 2022). Ayrıca STEM sınıflarında genellikle geleneksel ölçme değerlendirme yöntemlerinden sınavlar ve testler kullanılmaktadır (Güzey ve diğ., 2016). Ancak sıkça kullanılan bu değerlendirme araçları öğrencilerin STEM öğrenmelerini değerlendirme de yetersiz kalmaktadır (Güzey ve diğ., 2016). Ölçme bilgisi öğretmenlerin pedagojik alan bilgilerine dahil edilirken genellikle öğretim stratejileri bilgisi ve öğrenen bilgisi ile ilişkilendirilmektedir (Park ve Chen, 2012). Öğretmenler ölçme ve değerlendirme yöntemlerini belirlerken öğrenci bilgisini ve öğretim stratejileri bilgilerini kullanarak ölçme ve değerlendirme yöntemlerine karar vermektedirler (Park ve Chen, 2012). Mevcut araştırmada öğretmen adaylarının çoğunun birinci ders planlarında kimya ile ilgili öğrenmeleri belirlemek için geleneksel ölçme değerlendirme yöntemlerine ve adayların bazılarının ise 21.yy. becerilerini değerlendirmek için alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerine yer verdikleri

belirlenmiştir. Alanyazında Cook ve diğ. (2019) ‘in ölçme değerlendirme için bir disipline odaklanılması bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Cook ve diğ. (2019) ilkokul öğretmenlerine verilen STEAM hizmetiçi eğitimi sonrasında hazırlanan ders planlarında ölçme değerlendirme boyutunda ilerleme gözlemlendiğini, ancak ölçme değerlendirmenin genellikle bir STEAM alanı üzerine yoğunlaştığını belirtmişlerdir. İkinci ve üçüncü ders planlarında ise kimya, mühendislik, 21.yy. becerileri, matematik ve teknolojiyle ilgili bilgi ve becerileri belirlemek amacıyla geleneksel ve alternatif ölçme değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Buradan hareketle öğretmen adaylarının ilk ders planlarında öğrencileri değerlendirmek için öğrencilerle ilgili sahip oldukları bilgileri ve öğretim stratejileri bilgilerini ilişkilendirmede zorlandıkları sonucu çıkarılabilir. Adaylar ikinci ve üçüncü ders planında öğrencilerle ilgili sahip oldukları bilgileri ve öğretim stratejileri bilgilerini daha iyi ilişkilendirmiş olabilirler. Öğretmen adaylarına verilen mentörlük uygulamaları da adayların farklı ölçme değerlendirme yaklaşımlarını ders planlarına dahil etmelerini sağlamış olabilir. Alanyazında da öğretmen ve öğretmen adaylarına hizmet içi eğitimler ve hizmet öncesi eğitimler sırasında sunulan destek hizmetlerin öğrencilerin STEM öğrenme süreçlerini açığa çıkarmayı kolaylaştırdığı belirtilmiştir (Amador ve diğ., 2022; Güzey ve diğ., 2016).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yapılan çalışmanın bulgularından, sonuçlarından ve uygulama boyunca gözlemlenenlerden hareketle araştırmacılara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

6.1. STEM FARKINDALIĞIN ARTTIRILMASI

2020-2021 eğitim öğretim yılı ile bahar döneminde gerçekleştirilen Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimine katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalık düzeyleri olumlu yönde değişmiştir. Fen bilimleri öğretmen adayları İlköğretimde Kimya Öğretimi dersi kapsamında Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM uygulamaları yapmışlardır ve kimya kavramlarına yönelik ders planları geliştirmişlerdir. Ancak araştırma da öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerine STEM ders planı hazırlama sürecinin etkisi araştırılmamıştır ve etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Öğretmen ve geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayları fen kavramlarını STEM eğitim yaklaşımı bağlamında öğretmekte kendilerini yetersiz hissetmektedirler (Banilower ve diğ., 2018). Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adaylarının mühendislik uygulamalarını deneyimleyebileceği, fen kavramları bağlamında tasarlanmış çevrimiçi veya yüz yüze hizmet içi veya hizmet öncesi STEM öğretmen eğitimleri almaları faydalı olacaktır. Gerçekleştirilen hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimler sonrasında öğretmenlerin STEM farkındalıklarının olumlu yönde değişmesinin sınıf içi uygulamalarına etkisini araştıran boylamsal çalışmaların yapılması da önerilmektedir. Hizmet içi ve hizmet öncesi STEM öğretmen eğitimleri 50-80 saat (Supovitz ve Turner, 2000) olacak şekilde daha yoğun bir şekilde planlanarak, hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimlerin STEM farkındalıklarına, pedagojik uygulamalara etkisi de araştırılabilir. Bununla birlikte Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi modülü ve benzeri STEM modül/ müfredatlarının uygulamalarının yapılacağı çevrimiçi veya yüz yüze öğretmen eğitimleri gerçekleştirilerek fen bilimleri öğretmenlerinin STEM farkındalıklarıyla birlikte STEM meslekleri farkındalıkları da geliştirilebilir.

Bu araştırma da tek grup öğretmen adayı örneklem olarak seçilmiştir. Geliştirilen Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin etkililiği belirlemek için birden fazla

grubun yer aldığı çok gruplu deneysel çalışmalar da tasarlanabilir. Ayrıca çalışma farklı ülkelerde öğrenim görmekte olan dördüncü sınıf öğretmen adayları ile senkron ve asenkron olarak gerçekleştirilerek tasarlanan modülün etkililiği, öğretmen adaylarının STEM farkındalığına etkisi karşılaştırmalı olacak şekilde araştırılabilir. Son olarak bu çalışmada katılımcı erkek sayısı az olduğundan cinsiyet değişkenine bağlı olarak STEM farkındalığının değişimi incelenmemiştir. STEM farkındalık düzeyini cinsiyet ve farklı branş değişkenlerine göre inceleyen çalışmalar da yapılabilir.

6.2. PEDAGOJİK ALAN BİLGİSİNİN ARTTIRILMASI

Bu araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarına verilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi ile öğretmen adaylarının STEM PAB'ları olumlu yönde değişmiştir. Öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi ile STEM eğitimi ile ilgili teorik bilgileri öğrenmişlerdir ve Su Filtresi Tasarlama ile Diş Macunu Üretimi modüllerinde de mühendislik tasarım sürecini, Tasarım Temelli STEM eğitimini öğrenen olarak deneyimlemişlerdir. Ders kapsamında öğretmen adayları seçtikleri kimya kavramıyla ilgili Tasarım Temelli STEM ders planı hazırlamışlardır. Ancak araştırma sırasında mevcut pandemi koşullarından dolayı sınıf içi uygulamalar yapamamışlardır. Bu sebeple öğretmen adaylarının sınıf içi STEM uygulamaları sonrasında STEM PAB'larında meydana gelecek değişimin araştırılması önerilmektedir.

Çalışma kapsamında verilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi çevrimiçi olarak verilmiştir. Uzaktan çevrimiçi STEM eğitimlerinin bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlar ise şunlardır: (1) Yüz yüze iletişimin sağlanması zor olduğundan bireylerde yalnızlık duygusu oluşmasına ve öğrenme sürecinin olumsuz etkilenmesine neden olabilir. (2) Öz disiplini olmayan bireyler öğrenme sürecini planlamakta ve yürütmekte başarısız olabilirler. Bu durum öğrenci başarısızlığına sebep olabilir. (Guo ve diğ., 2018). Çalışma sırasında sosyal etkileşim ve iş birlikleri teşvik edilmesine rağmen öğretmen adaylarının akranları ile etkileşimi yüze öğrenme ortamlarına oranla daha az gerçekleşmiştir. Öğretmen adayları çevrimiçi STEM eğitiminde öz disiplinin sağlamada zorlanmış olabilirler. Bu sebeple öğretmen adayları istenilen başarıya ulaşmamış olabilir. Buradan hareketle Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin yüz yüze verilmesi ve öğretmen adaylarının STEM PAB'larında, bütünleşik STEM modellerinde ve STEM ders planı hazırlama becerilerinde meydana gelecek değişimlerin araştırılması önerilmektedir.

Öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin farklı aşamalarında çevrimiçi mentörlük ile desteklenmiştir. Ancak bu araştırma kapsamında mentörlüğün öğretmen adaylarının STEM PAB'larına etkisi araştırılmamıştır. STEM öğretmen eğitimlerinde çevrimiçi ve yüz yüze gerçekleştirilen mentörlüğün öğretmen veya öğretmen adaylarının STEM alan bilgisine, entegrasyon bilgisine, 21.yy. becerilerine etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Bu araştırma kapsamında öğretmen adaylarına STEM eğitimlerinde kullanılan farklı pedagojik yaklaşımlar, yöntem ve teknikler (örneğin, Proje tabanlı, Problem Tabanlı Yaklaşım ile STEM öğretimi, STEM SOS modeli, 5E Öğrenme Modeli gibi) Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi'nin teorik boyutunda öğretilmiştir. Ancak araştırma kapsamında Tasarım Temelli Öğrenme'nin öğretmen adaylarının STEM PAB'larına, STEM farkındalıklarına, bütünleşik STEM modellerine ve STEM ders planlama becerilerine etkisi araştırılmıştır. Farklı çalışmalar ile Tasarım Temelli Öğrenme dışında STEM eğitiminde kullanılan farklı pedagojik yaklaşım ve yöntemlerin bu değişkenlere etkisinin araştırılabilir.

Alanyazında öğretmenlerin mühendislik disiplini ile ilgili yetersiz bilgiye sahip oldukları vurgulanmaktadır (Cunningham ve Carlsen, 2014). Bu sebeple öğretmenlere hizmet içi eğitimler aracılığıyla mühendislik ve mühendislik tasarım süreciyle ilgili hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesi önerilmektedir. Bu hizmet içi eğitimler eğitim fakülteleri ve mühendislik fakülteleri iş birliğinde düzenlenerek öğretmenlerin mühendislik ile ilgili pedagojik alan bilgilerinin değişimi incelenebilir.

Bu araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adayları bireysel olarak ders planlarını hazırlamışlardır ve mühendislik problemlerine çözüm geliştirmişlerdir. Farklı branşlardan öğretmen adaylarının birlikte çalıştığı iş birlikli STEM öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının STEM PAB'larına etkisi de gelecek çalışmalarda araştırılabilir.

Öğretmenlere konuya özgü alan bilgilerini geliştirebilecekleri hizmet içi eğitimler verilerek, hizmet içi eğitimler ile STEM PAB'ın öğelerinden biri olan STEM Alan Bilgisi değişimlerinin incelenmesi de yapılabilir.

6.3. STEM MODELLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sonrasında fen bilimleri öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modellerinde olumlu yönde değişimler gözlenmiştir. Öğretmen adayları bu eğitim sürecinde kimya kavramlarına yönelik öğretmen eğitimi öncesinde, öğretmen eğitiminin teorik kısmının

bitiminde ve modül uygulamaları tamamlandıktan sonra ders planları geliştirmişlerdir. Ancak araştırmada adayların STEM modelleri ile ders planlarında öne çıkan bütünleşik STEM modeli arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmamıştır. Gelecek çalışmalarda bütünleşik STEM eğitimleri sırasında öğretmen veya öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller ile ders planlarına yansıttıkları bütünleşik STEM modelleri arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılabilir. Öğretmen adayları geliştirdikleri ders planlarını öğretmen adaylarıyla veya ortaokul öğrencileriyle uygulamamışlardır. Bu sebeple verilecek bir Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi ve öğretmen adayları veya ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilecek sınıf içi uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modellerinin sınıf içi STEM uygulamalardan nasıl etkilediği araştırılması gereken bir diğer noktadır. Ayrıca mevcut araştırma alanyazınla benzer bir sonucu, öğretmen adaylarının STEM öğretmen eğitimi öncesinde ve sonrasında farklı modellerinin olduğunu da ortaya koymaktadır (Bybee, 2013). Bu sebeple hizmetöncesi veya hizmetiçi STEM eğitimleri tasarlanırken bütünleşik STEM modellerindeki çeşitliliğin dikkate alınarak eğitimlerin planlanması önerilmektedir.

Mevcut araştırmada Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi verilerek öğretmen adaylarının bütünleşik STEM modelleri belirlenmiştir. Adayların modellerinin değişimi cinsiyet, özgün bir disiplin gibi farklı değişkenlere göre değişimi araştırılmamıştır. Bu sebeple gerçekleştirilecek olan hizmet öncesi veya hizmetiçi eğitimlerde bütünleşik STEM modellerinin cinsiyet, öğretmenlik deneyimi, branş, gibi farklı faktörlere bağlı olarak değişimi incelenebilir ve bu faktörleri göz önünde bulundurarak STEM öğretmen eğitimleri tasarlanabilir.

6.4. TASARIM TEMELLİ BÜTÜNLEŞİK STEM DERİ PLANLAMA BECERİLERİNİN ARTTIRILMASI

Bu araştırma kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarının Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM dersi planlama becerilerinin verilen teorik ve uygulama bazlı eğitim sonrasında olumlu yönde geliştiği belirlenmiştir. Öğretmen adayları Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi`nin teorik boyutunda STEM, mühendislik, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli öğrenme gibi farklı konularla ilgili teorik bilgileri öğrenmişlerdir. Su Filtresi Tasarlama ile Diş Macunu Üretimi modüllerinde ise mühendislik tasarım sürecinin her basamağını ve tasarım temelli STEM eğitimini sınıf içinde uygulanma sürecini öğrenen olarak deneyimlemişlerdir. Öğretmen adayları öğrenen olarak mühendislik

tasarım süreci, tasarım temelli STEM ile ilgili kazandıkları bilgi ve becerilerini Kimya Odaklı Bütünleşik STEM ders planı geliştirirken kullanmışlardır. Adayların ders planlarını değerlendirirken Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM, mühendislik tasarım süreci, tasarım temelli STEM gibi konularla ilgili öğrenme deneyimleri ve pedagojik alan bilgileri kısıtlı olduğundan, Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu öğretmen adaylarına geliştirdikleri ders planlarını analiz etme fırsatı sunulabilir. Bu sebeple öğretmen eğitimcilerine bu formu kullanmaları, öğretmen adaylarının tasarım temelli STEM ders planlarını değerlendirerek adayların STEM pedagojik alan bilgileriyle ilgili değerlendirmeler yapmaları önerilmektedir. Bu sayede öğretmen eğitimcileri adayların STEM PAB'larında geliştirmeleri gereken alanları belirleyebilir, öğrenme ortamlarını buna göre tasarlayabilirler. Mevcut çalışma pandemi döneminde gerçekleştirildiğinden, adaylar tarafından tasarlanan ders planları ortaokul öğrencileriyle veya öğretmen adayları ile sınıf ortamında uygulanamamıştır. Bu sebeple gelecek çalışmalarda öğretmen adaylarına geliştirdikleri ders planlarını uygulama fırsatı sunulmalıdır. Adaylara mikro öğretim veya ortaokul öğrencileri gerçekleştirilen uygulamalar sonrasında mühendislik tasarım süreci ve tasarım temelli STEM ile ilgili deneyim kazanmaları sağlanmalıdır.

Öğretmen adayları teorik ve uygulama boyutunu içeren Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi sonucunda STEM ders planı hazırlama becerilerinde ve STEM PAB'larında olumlu değişimler gözlenmiştir. Bu sebeple teorik ve uygulamaları içeren STEM öğretmen eğitimlerine devam edilmesi önerilmektedir. Bu sayede öğretmen ve öğretmen adaylarının gelecekte bütünleşik STEM ders planı hazırlama potansiyelleri de arttırılacaktır. Öğretmen eğitimleri ülkemizde genellikle eğitim fakültelerinde bulunan akademisyenler veya uzmanlar tarafından verilmektedir. Hizmet öncesi ve hizmetiçi eğitimler için eğitim fakültesi dışında farklı fakülteler ile (örneğin mühendislik fakülteleri) ile iş birliği yapılarak mühendisliğe giriş, mühendislik tasarım süreciyle ilgili dersler verilmelidir. Hizmet öncesi ve hizmetiçi eğitimler sırasında senkron veya asenkron mentörlük uygulamaları sunularak öğretmen/öğretmen adayları desteklenmelidir. Mentörler farklı disiplinlerde uzmanlığı olan kişiler arasından seçilmelidir ve öğretmen/ öğretmen adaylarının STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kurmalarına destek olunmalıdır. Ayrıca hizmetiçi eğitimler sadece formal öğrenme ortamlarında değil okuldışı öğrenme ortamlarında da sunulmalıdır.

KAYNAKLAR

Abell, S.K., 2007, *Research on science teacher knowledge*, Handbook of research on science education, In: Abell, S.K. and Lederman, N.G. (eds.), Chapter 36, Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Mahwah, NJ, USA, 1105-1150.

Adesoji, F.A., Omilani, N.A. and Dada, S.O., 2017, A comparison of perceived and actual; Students' learning difficulties in physical chemistry, *International journal of brain and cognitive sciences*, 6 (1), 1-8.

Adıgüzel, T., Ayar, M.C., Çorlu, M.S. and Özel, S., 2012. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinlerarası çalışmalar ve etkilişimler, *10. Ulusal fen bilimleri ve matematik eğitimi kongresi*, 27-30 June 2012 Niğde, Türkiye.

Aguirre-Muñoz, Zenaida., Yeter, I.H., Loria Garro, E.S. and Koca F., 2021, Building Teachers' Capacity to Integrate Science and Math Content: Implications for Professional Development and Learning, *Journal of science teacher education*, 32 (1), 62-84.

Ainley, J., Pratt, D. and Hansen, A., 2006, Connecting engagement and focus in pedagogic task design, *British educational research journal*, 32 (1), 23-38.

Akaygun, S. and 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.

Akgün, K. and Türel, Y., 2021. Bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi bölümü öğrencilerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıklarının belirlenmesi, *Eğitim teknolojisi kuram ve uygulama*, 11 (1), 116-128.

Akgündüz, D., 2018a, *STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi*, Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde, In: Akgündüz D. (ed.), Chapter 1, Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 19-47.

Akgündüz, D., 2018b, *İlkokul ve ortaokul fen bilimleri eğitiminde STEM eğitimi uygulamaları,* Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi içinde, In: Akgündüz D. (ed.), Chapter 7, Anı Yayıncılık, Ankara, Türkiye, 169-199.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Corlu, M.S., Öner, T. and Özdemir, S., 2015, *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?][White Paper]*, https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/akademik/fakulteler/egitim/Documents/STEM%20E%C4%9Fitimi%20T%C3%BCrkiye%20Raporu.pdf, [Ziyaret Tarihi: 06 Eylül 2019].

Altan, E.B. and Ercan, S., 2016, STEM education program for science teachers: perceptions and competencies, *Journal of turkish science education*, 13 (special), 103-117.

Altan, E.B., Yamak, H. and Kırıkkaya, E.B., 2016, FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi, *Trakya üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 6 (2), 212-232.

Altınışık, S., 1996, Hizmetiçi eğitim ve Türkiye'deki uygulama, *Eğitim yönetimi dergisi, 3*, 334.

Altunel, M., 2018. STEM eğitimi ve Türkiye: fırsatlar ve riskler [STEM education and Turkey: opportunities and risks], *Seta perspective*, 207, 1-7.

Amador, J.M., Rogers, M.A.P., Hudson, R., Phillips, A., Carter, I., Galindo, E. and Akerson, V.L., 2022, Novice teachers' pedagogical content knowledge for planning and implementing mathematics and science lessons, *Teaching and teacher education*, 115, 103736.

Amato. M. and Siri, A., 2019, *"Do well science" Manual for innovative pedagoy in STEM contents, An Erasmus+ Project to increase secondary students' achievements in Science subjects, Sociata Dantel Alighieri*, https://www.stemnetwork.eu/wp-content/uploads/sites/14/2020/09/DoWellScience-Manual-for-Innovative-Pedagogy-in-STEM-Contents.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2019,. *Project 2061-Science for All Americans*, https://www.aaas.org/programs/project-2061, [Ziyaret Tarihi: 08 Haziran 2020].

Anderson, T. and Shattuck, J., 2012, Design-based research: A decade of progress in education research?, *Educational researcher*, 41 (1), 16-25.

Anderson, J., English, L., Fitzallen, N. and Symons, D., 2020, *The contribution of mathematics education researchers to the current STEM education agenda*, Research in mathematics education in Australasia 2016–2019, In: Way, J., Attard, C., Anderson, J., Bobis, J., McMaster, H. and Cartwright, K. (eds.), Chapter 3, Springer, Singapore, 27-57.

Apedoe, X.S., Reynolds, B., Ellefson, M.R. and Schunn, C.D., 2008, Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit, *Journal of science education and technology*, 17 (5), 454-465.

Arslan, Ö. and Yıldırım, B., 2020. The effect of STEM practices on self-efficacy pedagogical and content knowledge of pre-service teachers, *Inonu University journal of the faculty of education*, 21 (3), 1339-1355.

Arslanhan, H. and İnaltekin, T., 2020, Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının stem anlayışlarını geliştirmeye etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 17 (1), 231-265.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. and Prime, G.M., 2012, Supporting STEM education in secondary science contexts, *interdisciplinary journal of problem-based learning*, 6 (2), 85-125.

Aslan, A., Göksu, İ. and Karaman, S., 2018, Uyarlanabilir uzaktan hizmetiçi eğitimin başarı ve eğitimin tamamlama süresine etkisi ile öğretmen görüşleri, *Buca eğitim fakültesi dergisi*, 45, 103-115.

Aslan-Tutak, F., Akaygün, S. and 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.

Aşılıoğlu, B. and Yaman, F, 2020, Öğretmen adaylarının STEM (FeTeMM) farkındalık düzeylerinin incelenmesi, *Ekev akademi dergisi*, 24 (84), 87-100.

Ata, R. and Çevik, M., 2020, Understanding predictor effects of computational thinking skills and media and technology use and attitudes of pre-service teachers for STEM awareness, *KEDI Journal of educational policy*, 17 (1), 101-123.

Atmaca, S, 2006, *Fen bilgisi öğretmen adaylarının etkin öğrenme yaklaşımı konusundaki bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesi*, Tez (Yüksek Lisans), Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Ay, K. and Seferoğlu, S.S., 2021, Farklı ülkelerin STEM eğitimi politikalarının incelenmesi ve Türkiye için çıkarımlar, *Erzincan Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 23 (1), 82-105.

Avery, Z.K. and Reeve, E.M., 2013, Developing effective STEM professional development programs, *Journal of teacher education*, 25 (11), 55-67.

Aydeniz, M., 2017, *Eğitim sistemimiz ve 21. Yüzyil hayalimiz: 2045 Hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası*, https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019vecontext=utk_theopubs, [Ziyaret Tarihi: 05 Eylül 2020].

Aydeniz, M. and Bilican, K., 2018a, *STEM eğitiminde global gelişmeler ve Türkiye için çıkarımlar*, Kuramdan Uygulamaya STEM Eğitimi, In: Çepni, S. (ed.), Chapter 3, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye, 69-90.

Aydeniz, M. and Bilican, K., 2018b, The impact of engagement in STEM activities on primary preservice teachers' conceptualization of STEM and knowledge of STEM pedagogy, *Journal of research in STEM education*, 4 (2), 213-234.

Aydın-Günbatar, S., 2018, Elmanın kararmasının engellenmesi: Bir FeTeMM etkinliği, *Araştırma temelli etkinlik dergisi,* 8 (2), 99-110.

Aydin-Gunbatar, S., Tarkin-Çelikkran, A., Kutucu, E.S. and Ekiz-Kiran, B., 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 (3), 954-972.

Aydın-Günbatar, S., 2020, Making homemade indicator and strips: A STEM + activity for acid-base chemistry with entrepreneurship applications, *Science activities*, 57 (3), 132-141.

Aydin-Gunbatar, S., Ekiz-Kiran, B. and Oztay, E.S., 2020a, Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model, *Chemistry education research and practice*, 21 (4), 1063-1082.

Aydın-Günbatar, S., Kiran, B.E. and Oztay, E.S., 2020b, Pre-Service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for ıntegrated STEM development with LESMeR model, *Chemistry education research and practice*, 21,1063-1082.

Aydın-Günbatar, S., Öztay, E.S. and Ekiz-Kıran, B., 2021, Examination of pre-service chemistry teachers' STEM conceptions through an integrated STEM course, *Turkish journal of education*, 10 (4), 251-273.

Aydin-Gunbatar S., Oztay, E.S. and Ekiz Kiran, B., 2022, Supporting pre-service teachers' integration of engineering into STEM lessons throughout engineering-infused training, *Research in science & technological education*.

Aydogan Yenmez, A., Gökce, S., Aydede, M.N. and Çelik,T., 2021, Investigation of pre-service teachers' awareness of STEM and STEM teaching intention, *International online journal of education and teaching*, 8 (1). 250-260.

Bakırcı, H. and Kutlu, E., 2018, Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi, *Türk bilgisayar ve matematik eğitimi dergisi*, 9 (2), 367-389.

Banilower, E.R., Smith, P.S., Malzahn, K.A., Plumley, C.L., Gordon, E.M. and Hayes, M.L., 2018, *Report of the 2018 national survey of science and mathematics education+. Horizon Research, Inc,* http://www.horizon-research.com/report-of-the-2018-nssme, [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2022].

Banks, F. and Barlex, D., 2014, *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*, Routledge, New York, NY, USA,

Baran, M., Baran, M., Efe, H.A. and Maskan, A., 2020, Fen alanları öğretmenleri ve fen alanları öğretmen adaylarının FeTeMM (STEM) farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi, *Amasya Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 9 (1), 1-29.

Barrett, N., Butler, J.S. and Toma, E.F., 2012, Do less effective teachers choose professional development does it matter?, *Evaluation review*, 36 (5), 346-374.

Barrows, H.S., 1985, *How to design a problem-based curriculum for the preclinical years*, Springer Publishing Company, New York, USA.

Bartels, S.L., Rupe, K.M. and Lederman, J.S., 2019, Shaping preservice teachers' understandings of STEM: A collaborative math and science methods approach, *Journal of science teacher education*, 30 (6), 666-680.

Basham, J.D. and Marino, M.T., 2013, Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning, *Teaching exceptional children*, 45 (4), 8-15.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. and Tsai, Y-M., 2010, Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress, *American educational research journal*, 47 (1), 133-180.

Bautista, A. and Ortega-Ruiz, R., 2015, Teacher professional development: International perspectives and approaches, *Psychology society and education*, 7 (3), 240-251.

Baydere, F.K., Hacıoğlu, Y. and Kocaman, K., 2020, Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi etkinlik örneği: Pıhtı önleyici ilaç, *Kastamonu eğitim dergisi*, 27 (5), 1935-1946.

Becker, K. and Park, K., 2012, Integrative approaches among science, technology, engineering and mathematics (STEM) subjects on students learning: A metaanalysis, *Journal of STEM education*, 12 (5), 23-37.

Beetham, H. and Sharpe, R., 2013, *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing for 21st century learning*, Routledge, London, UK.

Bektaş, O. and Aslan, F., 2019, Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkında görüşlerinin belirlenmesi, *Maarif mektepleri uluslararası eğitim bilimleri dergisi*, 3 (2), 17-50.

Bender, W.N., 2018, *STEM Öğretimi için 20 Strateji*, (Durmuş S., A.S. İpek ve B. Yıldız, Çev.), Nobel Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Bergsten, C. and Frejd, P., 2019, Preparing pre-service mathematics teachers for STEM education: An analysis of lesson proposals, *ZDM mathematics education*, 51, 941-953.

Berisha, F. and Vula, E., 2021. Corrigendum: Developing pre-service teachers conceptualization of STEM and STEM pedagogical practices, *Frontiers in education*, 6, 1-10.

Biçer, B., Uzoğlu, M. and Bozdoğan, A., 2019, Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi, *Uluslararası Türk eğitim bilimleri dergisi*, 12, 1-15.

Biermans, M., De Jong, U., Van Leeuwen, M. and Roeleveld, J., 2004, Opting for science and technology, *European journal of education*, 40, 433-445.

Bircan, M.A., Köksal, Ç. and Cımbız, A.T., 2019, Türkiye'deki STEM merkezlerinin incelenmesi ve STEM merkezi model, *Kastamonu eğitim dergisi*, 27 (3), 1033-1045

Bogdan, R.C. and Bilden, S.K., 2007, *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*, Pearson, Boston, USA.

Bowers, S. and Ernst, J., 2018, Assessing elementary in-service teachers' STEM-centric lesson plans, *Journal of STEM education*, 19 (2).

Boylan, C.R., Hill, D.M., Wallace, A.R. and Wheeler, A.E., 1992, Beyond stereotypes. *Science education*, 76 (5), 465-476.

Boys, A.J. and Walsh, M.C., 2018, Introducing engineering design and materials science at an earlier age through ceramic cold casting, *Journal of chemical education*, 96 *(*1), 104-109.

Bozkurt, E., 2014, Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi, Tez (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi.

Bozkurt Altan, E., 2019, *Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları, Kuramdan* Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi, In: Çepni, S. (ed.), Chapter 7, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye, 169-199.

Bozkurt, A. and Özyurt, M., 2019, Investigate the evaluations of prospective teacher on STEM education, based on their experiences with planning and implementing STEM activities, *Malaysian online journal of educational technology*, 7 (4), 81-97.

Bozkurt Altan, E. and Ucuncuoglu, I., 2019, Examining the development of pre-service science teachers' STEM-focused lesson planning skills, *Eurasian Journal of educational research*, 19 (83), 103-124.

Brockway, D. and Sneider, C., 2010, *Measuring the ımpact of engineering design activities on student learning in high school biology and chemistry*, A Research-in-Progress Report.

Brovelli, D., Bölsterli, K., Rehm, M. and Wilhelm, M., 2014, Using vignette testing to measure student science teachers' professional competencies, *American journal of educational research*, 2 (7), 555-558.

Bruce-Davis, M.N., Gubbins, E.J., Gilson, C.M., Villanueva, M., Foreman, J.L. and Rubenstein, L.D., 2014, STEM high school administrators', teachers', and students' perceptions of curricular and instructional strategies and practices, *Journal of advanced academics*, 25 (3), 272-306.

Bruce, M.R., Wilson, T.A., Bruce, A.E., Bessey, S.M. and Flood, V.J., 2016, A simple, student-built spectrometer to explore Infrared radiation and greenhouse gases, *Journal of chemical education*, 93 (11), 1908-1915.

Brunsell, E., 2012, *Integrating engineering and science in your classroom*, NSTA press, Arlington, Virginia, USA.

Bryan, L.A., Moore, T.J., Johnson, C.C. and Roehrig, G.H., 2015, *Integrated STEM education*, A STEM Road Map: A framework for integrated STEM education, In: Johnson, C.C., Peters-Burton, E.E. and Moore T.J. (eds.), Chapter 3, Routledge, New York, NY, USA, 23-38.

Budak, Y. and Demirel, Ö., 2003, Öğretmenlerin hizmetiçi eğitim ihtiyacı, *Kuramdan uygulamaya eğitim yönetimi dergisi*, 33, 62-81.

Buntting, C., Jones, A., McKinley, L. and Gan, M., 2013, *STEM initiatives and issues in New Zealand. Melbourne, Victoria: Australian Council of Learned Academies*, https://acola.org/wp-content/uploads/2018/12/Consultant-Report-NewZealand.pdf, [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2020].

Burke, L.M. and Mcneill, J.B., 2011, *Educate to innovate: How the Obama Plan for STEM education falls short*, https://www.heritage.org/education/report/educate-innovate-how-the-obama-plan-stem-education-falls-short, [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2022].

Burr-Alexander, L., Carpinelli, J., Rockland, R. and Kimmel, H., 2006, Bringing engineering ınto K-12 Schools: A problem looking for solutions?, *Annual conference ve exposition*, 18-21 Haziran 2006, Chicago, Illinois, USA, 11.288.1-11.288.16

Burrows, A.C., Breiner, J.M., Keiner, J. and Behm, C., 2014, Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high school biology/biochemistry and chemistry, *Journal of chemical education*, 91 (9), 1379-1389.

Burton, M., Maiorca, C. and Tripp, L.O., 2022, The relationship between teacher candidates' affective dispositions and ınstructional planning actions in STEM, *Education sciences*, 12 (2), 82.

Butz, W.P., Kelly, T.K., Adamson, D.M., Bloom, G.A., Fossum, D. and Gross, M.E., 2004, *Will the scientific and technology workforce meet the requirements of the federal government? (Summary). Santa Monica: Office of Science and Technology Policy, Rand Corporation*, https://www.rand.org/pubs/monographs/MG118.html, [Ziyaret Tarihi: 10 Ekim 2020].

Buyruk, B. and Korkmaz, Ö., 2016, Teacher candidates' STEM awareness levels, *Participatory educational research, Special Issue 2016-III*, 272-279.

Bütüner, S.Ö. and Güler, M., 2017, Gerçeklerle yüzleşme: Türkiye'nin TIMSS matematik başarısı üzerine bir çalışma, *Bayburt eğitim fakültesi dergis*i, 12 (23), 161-184.

Büyüköztürk, Ş., 2007, *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Büyüköztürk Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün. Ö.E., Karadeniz, Ş. and Demirel, F., 2014, *Bilimsel araştırma yöntemleri*, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Büyüköztürk, Ş., 2015, *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, (21. Baskı), Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. and Demirel, F., 2014, *Bilimsel araştırma yöntemleri* (18. baskı), Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Bybee, R.W., 2010, Advancing STEM education: A 2020 vision, *Technology and engineering teacher*, 70 (1), 30-35.

Bybee, R.W., 2013, *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. David Beacom, Arlington, Virginia, USA.

Capobianco, B.M., DeLisi, J. and Radloff, J., 2018, Characterizing elementary teachers' enactment of high-leverage practices through engineering design-based science instruction, *Science education*, 102, 342– 376.

Capobianco, B.M. and Rupp, M., 2014, STEM teachers planned and enacted attempts at implementing engineering design-based instruction, *School science and mathematics*, 114 (6), 258-270.

Capobianco, B.M., Radloff, J. and Clingerman, J., 2022, Facilitating preservice elementary science teachers' shift from learner to teacher of engineering design-based science teaching, *International journal of science and mathematics education*, 20 (4), 747-767.

Capraro, R.M., Capraro, M.M. and Morgan, J., 2013, *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.), Sense Publishers, Rotterdam, The Netherland.

Ceran, S.A., 2021, 21. Yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: Türkiye perspektifinde bir analiz, *İnsan ve toplum bilimleri araştırmaları dergisi*, 10 (4), 3191-3218.

Chandrasekaran, S., Littlefair, G. and Stojcevski, A., 2015, Project-oriented design-based learning in engineering education, *Reflections on problem-based learning*, 16, 16-21.

Christian, K.B., Kelly, A.M. and Bugallo, M.F., 2021, NGSS-based teacher professional development to implement engineering practices in STEM instruction, *International journal of STEM education*, 8 (1), 1-18.

Church, J.D. and Wike, E.L., 1979, A Monte Carlo study of nonparametric multiple-comparison tests for a two-way layout, *Bulletin of the psychonomic society*, 14 (2), 95-98.

Cook, K., Bush, S., Cox Jr, R. and Edelen, D., 2020, Development of elementary teachers' science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices, *School science and mathematics*, 120 (4), 197-208.

Coppola, M.P., 2019, Preparing preservice elementary teachers to teach engineering: Impact on self-efficacy and outcome expectancy, *School science and mathematics*, 119 (3), 161-170.

Corder, G.W. and Foreman, D.I., 2009, *Nonparametric statistics for non-statisticians*, Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Council of Ministers of Education, Canada (CMEC), 1997, *Common framework of science learning outcomes, K to 12: Pan-Canadian protocol for collaboration on school curriculum.*

Creswell, J.W., 2003, *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches,* (2nd ed.), Sage Publications Inc., Thousand Oaks, CA, USA.

Creswell, J.W., 2012, *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*, (4th ed.), Pearson, Boston, USA.

Creswell, J.W., 2015, *Nitel araştırma yöntemleri*, (M. Bütün ve S. B. Demir, Çev. Eds.), Siyasal Kitabevi, Ankara, Türkiye.

Creswell, J.W. and Plano Clark, V.L., 2015, *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi*, (Y. Dede ve S. B. Demir, Çev.), Anı Yayıncılık, Ankara.

Crismond, D., 2001, Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work, *Journal of research in science teaching*, 38 (7), 791-820.

Cunningham, C.M. and Carlsen, W.S., 2014, Teaching Engineering Practices, *Journal of science teacher education*, 25 (2), 197-210.

Çakmak, U., 2016, Güney Kore'nin ekonomik kalkınmasının temel dinamikleri (1960-1990), *Süleyman Demirel Üniversitesi iktisadi ve idari bilimler fakültesi dergisi*, 21 (1), 151-171.

Çalış, S., 2020, Physics-chemistry preservice teachers' opinions about preparing and implementation of STEM lesson plan, *Journal of technology and science education, 10* (2), 296-305.

Çepni, S., 2006, *Fen ve Teknoloji Öğretimi*, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Çevik, M., Danıştay, A. and Yağcı, A., 2017, Ortaokul öğretmenlerinin FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) farkındalıklarının farklı değişkenlere göre değerlendirilmesi, *Sakarya University journal of education*, 7 (3), 584-599.

Çetin, A., 2021, Investigation of the relationship between the STEM awareness and questioning skills of pre-service teachers, *International journal of research in education and science*, 7 (1), 65-81.

Çiftçi, A., Topçu, M.S. and Foulk, J.A., 2022, Pre-service early childhood teachers' views on STEM education and their STEM teaching practices, *Research in Science & Technological Education*, 40 (2), 207-233.

Çil, E. and Çepni, S., 2019, *STEM eğitiminde ölçme değerlendirme*, Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi, In: Çepni S. (ed.), Chapter 18, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye, 555-603.

Çolakoğlu, M.H. and Gökben, A.G., 2017, Türkiye'de eğitim fakültelerinde fetemm (STEM) çalışmaları, *İnformal ortamlarda araştırmalar dergisi*, 2 (2), 46-69.

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*, Tez (Doktora), Texas AveM University, College Station.

Çorlu, M.S., 2014, FETEMM eğitimi makale çağrı mektubu, *Turkish journal of education,* 3 (1), 4-10.

Çorlu, S.M. and Çallı, E., 2017, *STEM Kuram ve Uygulamaları: Öğretmenler için Temel Kılavuz*, Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık, Ümraniye, İstanbul, Türkiye.

Dare, E.A., Ellis, J.A. and Roehrig, G.H., 2014, Driven by beliefs: Understanding challenges physical science teachers face when integrating engineering and physics, *Journal of pre-college engineering education research*, 4 (2), 47-61.

Dare, E.A., Ellis, J.A. and Roehrig, G.H., 2018, Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study, *International journal of STEM education*, 5 (4), 1-19.

Dare, E.A., Ring-Whalen, E.A. and Roehrig, G.H., 2019, Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education, *International journal of science education*, 41 (12), 1701-1720.

Dalvi, T., Mangiante, E.S. and Wendell, K., 2021, Identifying pre-service teachers' conceptions about the NGSS practices using a curriculum critique and revision (CCR) task, *Journal of science teacher education*, 32 (2), 123-147.

Daugherty, M.K., Carter, V. Swagerty, L., 2014, Elementary STEM education: The future for technology and engineering education?, *Journal of STEM teacher education*, 49 (1), 7.

Davis, E.A. and Krajcik, J.S., 2005, Designing educative curriculum materials to promote teacher learning, *Educational researcher*, 34 (3), 3-14.

De Jong, O. and Taber, K.S., 2007, *Teaching and learning the many faces of chemistry*, Handbook of research on science education, In: Abell, S.K. and Lederman, N.G. (eds.), Chapter 22, Routledge, New York, USA, 631-652.

De Jong O. and Taber K.S., 2014, *Teaching and learning the many faces of chemistry*, Handbook of research on science education, In: Lederman, N. and Abell, S.K. (eds.), Chapter 23, vol. 2, Routledge, New York, USA, 457-480

De Jong, O. and Talanquer, V., 2015, *Why is it relevant to learn the big ideas in chemistry at school?*, Relevant chemistry education, In: Eilks, I. and Hofstein, A. (eds.), Chapter 2, Sense Publishers, Rotterdam, The Netherlands,11-31.

Delen, I., Morales, C.J. and Krajcik, J., 2020, *Missing coherence in STEM education: Creating design-based pedagogical content knowledge in a teacher education program*, Integrated approaches to STEM education an international perspective, In: Anderson, J. and Li, Y. (eds.), Chapter 17, Springer, İsviçre, 361-384.

Deniz, K. Z., 2020, *Herkes için istatistikolay: temel istatistik uygulaması ile APA formatında tablolaştırma ve yorumlama*, Nobel Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Derya, H., 2015, Almanya ve Japonya'nın sanayileşme sürecinde korumacı politikaların önemi, *Akademik bakış uluslararası hakemli sosyal bilimler dergisi*, (48), 97-117.

Desimone, L., 2009, Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures, *Educational researcher*, 38 (3), 181-199.

Deveci, İ., 2019, Reflections of Rube Goldberg machines on the prospective science teachers' STEM awareness, *Contemporary issues in technology and teacher education*, 19 (2), 195-217.

de Winter, J.C.F., 2013, "Using the Student's t-test with extremely small sample sizes," *Practical assessment, research, and evaluation*, 18 (10).

Doğan, T. and Benzer, S., 2019, Investigation of science teacher candidates' opinions towards science, technology, engineering and math (STEM) teaching, *Malaysian online journal of educational sciences*, 7 (2), 1-9.

Doppelt, Y., Mehalik, M.M., Schunn, C.D., Silk, E. and Krysinski, D., 2008, Engagement and achievements: A case study of design-based learning in a science context, *Journal of technology education*, 19 (2), 22-39.

Drake, S.M. and Burns, R.C., 2004, *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dubek, M. and Doyle-Jones, C., 2021, Faculty Co-Teaching with Their Teacher Candidates in the Field: Co-Planning, co-ınstructing, and co-Reflecting for STEM education teacher preparation, *The teacher educator*, 56 (4), 445-465.

Dugger, W.E., 2010, Evolution of STEM in the United States, *The 6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Gold Coast, Queensland, Australia, https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804verep=rep1vetype=pdf, [Ziyaret Tarihi: 07 Kasım 2020].

Duran, M., Höft, M., Lawson, D.B., Medjahed, B. and Orady, E.A., 2014, Urban high school students' IT STEM learning: Findings from a collaborative inquiry-and design-based afterschool program, *Journal of science education and technology*, 23 (1), 116-137.

Duygu, E., 2018, The effect of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in a simulation-based inquiry learning environment, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Kırıkkale University.

Ecevit, T. and Şimşek, P.Ö., 2017, Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanılgılarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi, *Elementary education online*, 16 (1).

El-Deghaidy, H. and Mansour, N., 2015, Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges, *International journal of learning and teaching*, 1 (1), 51-54.

El-Deghaidy, H., Mansour, N., Alzaghibi, M. and Alhammad, K., 2017, Context of STEM integration in schools: Views from in-service science teachers, *EURASIA Journal of mathematics, science, and technology education*, 13 (6), 2459–2484.

Enger, K.S. and Yager, R.E., 1998, *The Iowa assessment handbook. The Iowa- SS&C Project, Science Education Center*, The University of Iowa, Iowa City, USA.

Enochs, L.G. and Riggs, I.M., 1990, *Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale*, https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED319601.pdf/,[Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Ercan, S., 2014, *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi*, Tez (Doktora), Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Ercan, S., Bozkurt Altan, E., Taştan, B. and Dağ, İ., 2016, Integrating gis into science classes to handle stem education, *Journal of Turkish science education*, 13 (Special Issue), 30-43.

Erdoğan, I. and Çiftçi, A., 2017, Investigating the views of pre-service science teachers on stem education practices, *International journal of environmental and science education*, 12 (5), 1055-1065.

Ergün, S.S., 2019, Examining the STEM awareness and entrepreneurship levels of pre-service science teachers, *Journal of education and training studies*, 7 (3), 142-149.

Ergün, A. and Balçin, M.D., 2019, Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi, *Sınırsız eğitim ve araştırma dergisi*, 4 (1), 40-63.

Even, R. and Tirosh, D., 1995, Subject-matter knowledge and knowledge about students as sources of teacher presentations of the subject-matter, *Educational studies in mathematics*, 29 (1), 1-20.

Estapa, A.T. and Tank, K.M., 2017, Supporting integrated STEM in the elementary classroom: A professional development approach centered on an engineering design challenge, *International journal of STEM education*, 4 (6), 1-16.

Estévez-Mauriz, L. and Baelo, R., 2021, How to evaluate the STEM curriculum in Spain?, *Mathematics*, 9 (3), 236.

Fakayode, S.O., Pollard, D.A., Snipes, V.T. and Atkinson, A., 2014, Offering a geoscience professional development program to promote science education and provide hands-on experiences for K–12 science educators, *Journal of chemical education*, 91 (11), 1882-1886.

Feiman–Nemser, S. and Parker, M.B., 1992, *Mentoring in context: A comparison of two U.S. programs for beginning teachers (NCRTL special report)*, East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning, Michigan State University. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED346091.pdf 18.11.2022, [Ziyaret tarihi: 18 Kasım 2022].

Field, A., 2005, *Discovering statistics using SPSS*, Sage Publications, London, UK.

Fischer, C., Fishman, B., Dede, C., Eisenkraft, A., Frumin, K., Foster, B., Lawrenz, F., Levy, A.J. and McCoy, A., 2018, Investigating relationships between school context, teacher professional development, teaching practices, and student achievement in response to a nationwide science reform, *Teaching and teacher education*, 72, 107-121.

Fischer, H.E. and Neumann, K., 2012, *Video analysis as a tool for understanding science instruction*, Science education research and practice in Europe, In: Jorde, D. and Dilton. J. (eds.), Chapter 6, Sense Publishers, Rotterdam, The Netherlands, 115-139.

Fogarty, R., 1991, Ten ways to integrate curriculum. *Educational leadership*, 49 (2), 61-65.

Fortus, D., Dershimer, R.C., Krajcik, J.S., Marx, R.W. and Mamlok-Naaman, R., 2004, Design-based science and student learning, *Journal of research in science teaching*, 41 (10), 1081-1110.

Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R.C., Marx, R.W. and Mamlok-Naaman, R., 2005, Designbased science and real-world problem solving, *International journal of science education*, 7 (3), 855-879.

Fournier, G., 2001, School Achievement Indicators Program (SAIP): Bridging the gap to jurisdictional assessments, *Empirical Issues in Canadian Education Conference*, Queens College, USA, http://qed.econ.queensu.ca/pub/jdi/deutsch/edu_conf/Fournier.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Frey, D.D. and Powers, B., 2012, Designing design squad: Developing and assessing a children's television program about engineering, *Journal of pre-college engineering education research*, 2 (1), 2.

Friedman, T.L., 2005, *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*, Farrar, Straus and Giroux, New York, NY, USA.

Friedrichsen, P., van Driel, J.H. and Abell, S.K., 2011, Taking a closer look at science teaching orientations, *Science education*, 95, 358-376.

Furman Shaharabani, Y. and Yarden, A., 2019, Toward narrowing the theory–practice gap: Characterizing evidence from in-service biology teachers' questions asked during an academic course, *International journal of STEM education*, 6 (1), 1-13.

Gabel, D., 1999, Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future, *Journal of chemical education*, 76 (4), 548.

Gamson, D.A., McDermott, K.A. and Reed, D.S., 2015, The elementary and secondary education act at fifty: Aspirations, effects, and limitations, *The Russell Sage Foundation journal of the social sciences*, 1 (3), 1–29.

Ganser, T., 2002, Building the capacity of school districts to design, implement, and evaluate effective new teacher mentor programs: Action points for colleges and universities, *Mentoring and tutoring*, 10 (1), 47-55.

Gay, L.R. and Airasian, P., 2000, *Educational research competencies for analysis and application* (6th Edition), Merrill an imprint of Prentice Hall, Ohio, USA.

George, D. and Mallery, M., 2010, *SPSS for Windows step by step: A Simple guide and reference*, 17.0 update, Pearson, Boston, MA, USA.

Gess-Newsome, J., 2015, *A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit*, Re-Examining Pedagogical Content Knowledge, In: Berry, A., Friedrichsen, P. and Loughran, J. (eds.), Chapter 3, Routledge, Oxford, UK, 28-42.

Gibbs, G.R., 2007, *Analyzing qualitative data. iU. FLICK*, Sage Publications, London, UK.

Gilbert, J.K., Justi, R., Van DrieL, J.H., Onno, D.E. and Treagust, D.F., 2004, Securing a future for chemical education, *Chemistry education research and practice*, 5 (1), 5-14.

Glaser, B. and Strauss, A., 1967, *The Discovery of Grounded Theory*. Aldine Publishing Company, Hawthorne, NY, USA.

Glenn, J., 2000, Teaching the net generation, *Business education forum*, 54 (3), 6-14.

Govaerts, S., Cao, Y., Vozniuk, A., Holzer, A.C., Zutin, D.G., Ruiz, E.S. C., Bollen, L., Manske, S., Faltin, N., Salzmann, C., Tsourlidaki, E. and Gillet, D., 2013, *Towards an online lab portal for inquiry-based STEM learning at school*, Advances in web-based learning - ICWL 2013 lecture notes in computer science, In: Wang J.F. and Lau R. (eds.), Springer: Berlin, Germany, 244-253.

Gökbayrak, S. and Karışan, D., 2017, STEM temelli laboratuvar etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi [Investigating the effect of STEM based laboratory activities on preservice science teacher's STEM awareness], *Journal of human sciences*, 14 (4), 4275-4288.

Granovskiy, B., 2018, *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: An overview*, CRS Report R45223, Version 4, Updated, Congressional Research Service.

Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. and Baartman, L., 2014, Promoting science and technology in primary education: A review of integrated curricula, *Studies in science education*, 50 (1), 47-84.

Grossman, P.L., 1990, *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*, Teachers College Press, New York, USA.

Grossman, P.L., Wilson, SM. and Shulman, L.S., 1989, *Teachers of substance: Subject matter knowledge for teaching, in maynard, craft knowledge base for beginning teacher*, Pergamon, Oxford, UK.

Gómez Puente, S.M., van Eijck, M. and Jochems, W., 2011, Towards characterizing design-based learning in engineering education: A review of the literature *european journal of engineering education*, 36 (2), 137-149.

Gómez Puente, S.M., van Eijck, M. and Jochems, W., 2013, A sampled literature review of design-based learning approaches: A search for key characteristics, *International journal of technology and design education*, 23 (3), 717-732.

Gómez Puente, S.M., van Eijck, M. and Jochems, W., 2015, Professional development for design-based learning in engineering education: a case study, *European journal of engineering education*, 40 (1), 14-31.

Guo, R., Shen, Y. and Li, L., 2018, Using social media to improve student-instructor communication in an online learning environment, *international journal of ınformation and communication technology education*, 14 (1), 33-43.

Guzey, S.S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y. and Moore, T., 2017, The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in science, engineering, and mathematics, *Journal of science education and technology*, 26 (2), 207-222.

Guzey, S.S., Moore, T.J. and Harwell, M., 2016, Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based STEM integration curricular materials, *Journal of pre-college engineering education research*, 6 (1), 2.

Guzey, S.S., Ring-Whalen, E.A., Harwell, M. and Peralta, Y., 2019, Life STEM: A case study of life science learning through engineering design, *International journal of science and mathematics education*, 17 (1), 23-42.

Guzey, S.S., Tank, K., Wang, H.H., Roehrig, G. and Moore, T., 2014, A high-quality professional development for teachers of grades 3–6 for implementing engineering into classrooms, *School science and mathematics*, 114 (3), 139-149.

Hacıoğlu, Y., Yamak, H. and Kavak, N., 2016, Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri, *Bartın Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 5 (3), 807-830.

Hacıömeroğlu, G., 2017, Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention, *international online journal of educational sciences*, 10 (10), 1-11.

Hacıömeroğlu, G. and Bulut, A.S., 2016, Integrative STEM teaching intention questionnaire: A validity and relaibility study of the Turkish form, *Eğitimde kuram ve uygulama*, 12 (3), 654-669.

Han, S., Capraro, R. and Capraro, M.M., 2015, 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. and Capraro, R.M., 2015, In-service teachers‟ implementation and understanding of STEM project-based learning, *Eurasia journal of mathematics, science ve technology education*, 11 (1), 63-76.

Hardy, J.G., Sdepanian, S., Stowell, A.F., Aljohani, A.D., Allen, M.J., Anwar, A., Barton, D., Baum, J.V., Bird, D., Blaney, A., Brewster, L., Cheneler, D., Efremova, O., Entwistle, M., Esfahani, R.N., Firlak, M., Foito, A., Forciniti, L., Geissler, S.A., Guo, F., Hathout, R.M., Jiang, R., Kevin, P., Leese, D., Low, W.L., Mayes, S., Mozafari, M., Murphy, S.T., Nguyen, H., Ntola, C.N.M., Okafo, G., Partington, A., Prescott, T.A.K., Price,

S.P., Soliman, S., Sutar, P., Townsend, D., Trotter, P. and Wright, K.L., 2021, Potential for chemistry in multidisciplinary, interdisciplinary, and transdisciplinary teaching activities in higher education, *Journal of chemical education*, 98 (4), 1124-1145.

Havenga, M. and Van Wyk, M.M., 2017, A conceptualised design-based research framework for a problem-based learning approach in a first-year engineering course, *Global journal of engineering education*, 19 (3), 200-206.

Hewitt, T.W., 2008, Speculations on a nation at risk: Illusions and realities, *Phi Delta Kappan*, 89 (8), 575-579.

Hill, H.C., Ball, D.L., Blunk, M., Goffney, I.M. and Rowan, B., 2007, Validating the ecological assumption: The relationship of measure scores to classroom teaching and student learning, *Measurement: Interdisciplinary research ve perspective*, 5 (2), 107-118.

Holdren, J.P., Marrett, C. and Suresh, S., 2013, *Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. 5 Year strategic plan*, National Science and Technology Council: Committee on STEM Education. USA.

Honey, M., Pearson, G. and Schweingruber, Heidi., 2014, *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*, National Academy of Engineering (NAE) ve National Research Council (NRC), The National Academies Press, Washington, DC, USA.

Hong, O., 2017, STEAM education in Korea: Current policies and future directions, *Science and technology trends policy trajectories and ınitiatives in STEM education*, 8 (2), 92-102.

Hsu, M.C., Purzer, S. and Cardella, M.E., 2011, Elementary teachers' views about teaching Design, Engineering and Technology, *Journal of pre-college engineering education research*, 1 (2), 31-39.

Huntley, M.A., 1998, Design and implementation of a framework for defining integrated mathematics and science education, *School science and mathematics*, 98 (6), 320-327.

Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. and Carberry, A., 2011, *Infusing engineering design into high school STEM courses*, https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165vecontext=ncete_publications, [Ziyaret tarihi: 25 Mayıs 2019].

Hynes, M.M., 2012, Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge, *International journal of technology and design education*, 22 (3), 345-360.

Jho, H., Hong, O. and Song, J., 2016, An analysis of STEM/STEAM Teacher Education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective, *Eurasia journal of mathematics, science ve technology education*, 12 (7), 1843-1862.

Johnstone, A.H., 1993, The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand, *Journal of chemical education*, 70 (9), 701-705.

Jolly, J.L., 2009, Historical perspectives: The national defense education act, current STEM initiative, and the gifted, *Gifted child today*, 32 (2), 50-53.

Jones, G., Dana, T., LaFramenta, J., Adam, T.L. and Arnold, J.D., 2016, STEM TIPS: Supporting the beginning secondary STEM teacher, *Tech Trends*, 60, 272-288.

Kang, E.J.S., Donovan, C. and McCarthy, M.J., 2018, Exploring elementary teachers' pedagogical content knowledge and confidence in implementing the NGSS science and engineering practices, *Journal of science teacher education*, 29 (1), 9–29.

Karakaya, F., Ünal, A., Çimen, O. and Yılmaz, M., 2018, Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları, *Eğitim ve toplum araştırmaları dergisi*, 5 (1), 124-138.

Karışan, D., Macalalag, A. and Johnson, J., 2019, The effect of methods course on preservice teachers' awareness and intentions of teaching science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subject, *International journal of research in education and science*, 5 (1), 22-35.

Kaya, M., 2020, MEB Öğretmen Yetiştirme Genel Müdürlüğü'nün Hizmet İçi Eğitim Faaliyetleri: Katılımcılar, eğitim durumları, eğitim konuları, *Trakya eğitim dergisi*, 10 (1), 183-193.

Kaya, E., Newley, A., Yesilyurt, E. and Deniz, H., 2019, Improving preservice elementary teachers' engineering teaching efficacy beliefs with 3D design and printing, *Journal of college science teaching*, 48 (5), 76-83.

Kearney, C., 2016, *Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Mathematics, Science and Technology Studies and Careers*, National Measures taken by 30 Countries – 2015 Report, European Schoolnet, Brussels.

Kelley, T.R. and Knowles, J.G., 2016, A conceptual framework for integrated STEM education, *International journal of STEM education*, 3 (11), 1-11.

Kewalramani, S., Adams, M. and Cooper, R., 2022, STEM professional learning: Supports and tensions with the Kingdom of Saudi Arabian teachers' immersion experiences in Australian schools, *Teachers and teaching*, 24 (4), 398-419.

Kızılay, E., 2018, *Ortaöğretim öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik kariyer ilgilerinin ve motivasyonlarının incelenmesi*, Tez (Doktora), Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kim, D. and Bolger, M., 2017, Analysis of Korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans, *International journal of science and mathematics education*, 15 (4), 587-605.

Kim, H.Y., 2013, Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis, *Restorative dentistry & endodontics*, 38 (1), 52-54.

Kirschner, S., Taylor, J., Rollnick, M., Borowski, A. and Mavhunga, E., 2015, *Gathering evidence for the validity of PCK measures: Connecting ideas to analytic approaches*, Re-Examining Pedagogical Content Knowledge, In: Berry, A., Friedrichsen, P. and Loughran, J. (eds.), Chapter 14, Routledge, Oxford, 229-242.

Knowles, J., Kelley, T. and Holland, J., 2018, Increasing teacher awareness of STEM careers, *Journal of STEM education*, 19 (3), 47-55.

Kolodner, J.L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J. and Puntambekar, S., 1998, *Learning by design from theory to practice*, https://www.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/lbdtheorytoprac.html, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Kolodner, J.L., 2002, Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education, *Journal of industrial teacher education*, 39 (3), 9-40.

Kolodner, J.L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S. and Ryan, M., 2003, Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle school science classroom: Putting Learning by Design™ into practice, *The journal of the learning sciences*, 12 (4), 495-547.

Kolodner, J.L., Gray, J.T. and Fasse, B.B., 2003, Promoting transfer through case-based reasoning: Rituals and practices in learning by design classrooms, *Cognitive science quarterly*, 3 (2), 119-170.

Kolodner, J.K., Zahm, B. and Demery, R., 2014, *Project-based inquiry science*. The go-to guide for engineering curricula, grades 6–8: Choosing and using the best instructional materials for your students, In: Sneider C.I. (ed.), Chapter 9, Thousand Oaks, CA, USA, 122-140.

Koray, Ö., Akyaz, N. and Köksal, M.S., 2007, Lise öğrencilerinin çözünürlük konusunda günlük yaşamla ilgili olaylarda gözlenen kavram yanılgıları, *Kastamonu eğitim dergisi*, 15 (1), 241-250.

La Paz, S.D., Malkus, N., Monte-Sano, C. and Montanaro, E., 2011, Evaluating American history teachers' professional development: Effects on student learning, *Theory & research in social education*, 39 (4), 494-540.

Lederman, N.G. and Niess, M.L., 1997, The nature of science: Naturally?, *School science and mathematics*, 97 (1), 1.

Li, J., Yao, J X., Luo, T. and So, W.W.M., 2020, *STEM policy in Asia*, Handbook of research on STEM education, In: Johnson C.C., Mohr-Schroeder, M.J., Moore, T.J. and English, L.D. (eds.), Chapter 33, Routledge, New York, NY, USA, 416-427.

Lin, K.Y., Yeh, Y.F., Hsu, Y.S., Wu, J.Y., Yang, K.L. and Wu, H.K., 2022, STEM education goals in the twenty-first century: Teachers' perceptions and experiences, *International journal of technology and design education*, 1-18.

Lin, K.Y. and Williams, P.J., 2016, Taiwanese preservice teachers' science, technology, engineering, and mathematics teaching intention, *International journal of science and mathematics education*, 14 (6), 1021-1036.

Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R. and 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.

Magnusson, S., Krajcik, J. and Borko, H., 1999, *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching*, Examining Pedagogical Content Knowledge, In: GessNewsome J. and Lederman N.G. (eds.), Chapter 4, Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands, 95-132.

Mahoney, M.P., 2010, Students' attitudes toward STEM: Development of an ınstrument for high school STEM-Based programs, *Journal of technology studies*, 36 (1), 24-34.

Maiorca, C. and Mohr-Schroeder, M.J., 2020, Elementary preservice teachers' integration of engineering into STEM lesson plans, *School science and mathematics*, 120, 402-412.

Maltese, A.V., Potvin, G., Lung, F.D. and Hochbein, C.D., 2015, *STEM and STEM education in the United States*, The age of STEM: Educational policy and practice across the world in science, technology, engineering and mathematics, In: Freeman, B., Marginson S. and Tytler R. (eds.), Chapter 7, Routledge, New York, NY, USA, 102-133.

Margot, K.C. and Kettler, T., 2019, Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review, *International journal of STEM education*, 6 (1), 2.

Martinez, B.L., Kararo, A.T., Parent, K.N., Underwood, S.M. and Matz, R.L., 2021, Creating and testing an activity with interdisciplinary connections: Entropy to osmosis, *Chemistry education research and practice*, 22 (3), 683-696.

Marulcu, I. and Barnett, M., 2013, Impact of an engineering design-based curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines, *Research in science ve technological education*, 34 (1), 85-104.

Marulcu, İ. and Sungur, K., 2012, Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi fen ve mühendislik bilimleri dergisi*, 12 (1), 13-23.

Mavhunga, E. and Rollnick, M., 2013, Improving PCK of chemical equilibrium in pre-service teachers, *African journal of research in mathematics, science and technology education*, 17 (1-2), 113-125.

McDonald, C.V., 2016, STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics, *Science education international*, 27 (4), 530-569.

McGill, T.L., Williams, L.C., Mulford, D.R., Blakey, S.B., Harris, R.J., Kindt, J.T., Lynn, D.G., Marsteller, A.P., McDonald, E.F. and Powell, N.L., 2019, Chemistry Unbound: Designing a new four-year undergraduate curriculum, *Journal of chemical education*, 96 (1), 35-46.

Mehalik, M.M., Doppelt, Y. and Schuun, C.D., 2008, Middle-school science through design-based learning versus scripted inquiry: Better overall science concept learning and equity gap reduction, *Journal of engineering education*, 97 (1), 71-85.

Menon, D. and Devadas, M.S., 2019, Engaging preservice secondary science teachers in an ngss-based energy lesson: A nanoscience context, *Journal of chemical education*, 96 (3), 528-534.

Merriam, S.B., 2013, *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*, (S. Turan, Çev. Ed.). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Mesutoglu, C. and Baran, E., 2021, Integration of engineering into K-12 education: A systematic review of teacher professional development programs, *Research in science & technological education*, 39 (3), 328-346.

Miles, M.B. and Huberman, M., 1994, *An expanded sourcebook: Qualitative data analysis* (2nd ed.), Sage, Thousand Oaks, CA, USA.

Miles, M.B. and Huberman, A.M., 2015, *Nitel veri analizi*, (S. Akbaba-Altun ve A. Ersoy, Çev. Eds.), Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016, *STEM eğitimi raporu, Ankara,* http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf, [Ziyaret Tarihi: 18 Eylül 2020].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017a, *STEM eğitimi öğretmen el kitabı,* https://mus.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_03/14112534_STEM_EYitimi_YYretmen_El_kitabY.pdf, [Ziyaret Tarihi: 13 Eylül 2020].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017b, *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3,4,5,6,7 ve 8. Sınıf) tanımı, öğretim programı tanıtım sunusu,* http://tegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/09163104_Fen_Bilimleri_Dersi_YYretim_ProgramY_KarYYlaYtYrmalarY.pdf, Erişim Tarihi: 20 Temmuz 2019].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017c, *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri,* http://oygm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_12/11115355_YYRETMENLYK_MESLEYY_GENEL_YETERLYKLERY.pdf, [Ziyaret Tarihi: 01 Ağustos 2020].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017d, Eğitimde alternatif bir yaklaşım: STEM projesi açılış toplantısı yapıldı, https://balikesir.meb.gov.tr/www/egitimde-alternatif-bir-yaklasim-stem-projesi-acilis-toplantisi-yapildi/icerik/1771, [Ziyaret Tarihi: 13 Ekim 2022].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018a, *dünyada eğitim trendleri ve ülkemizde STEM öğrenme etkinlikleri: MEB K12 okullari örneği,* Ankara, https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/05144830_Ezgi.pdf, [Ziyaret Tarihi: 08 Eylül 2020].

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018b, *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*, Ankara,

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2020, Scientix (Avrupa´da fen eğitimi için topluluk) Projesi, Erişim adresi Scientix (Avrupa´da fen eğitimi için topluluk) Projesi.

MITRE Corporation, 2016, *The innovation landscape and government's future role*, https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1107791.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Moore, T.J., Johnson, C.C., Peters-Burton, E.E. and Guzey, S.S., 2015, *The need for a STEM road map*, STEM road map: A framework for integrated STEM education, In: Johnson, C.C., Peters-Burton, E.E. and Moore T.J. (eds.), Chapter 1, Routledge, New York, USA, 3-12.

Moore, T.J. and Smith, K.A., 2014, Advancing the state of the art of STEM integration, *Journal of STEM education: Innovations and research*, 15 (1), 5.

Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W. and Roehrig, G.H., 2014, *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*, Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices, In: Purzer, Ş., Strobel, J. and Cardella, M. (eds.), Purdue University Press, West Lafayette, IN, USA, 35-60.

Morrison, J., 2006, *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*, The Teaching Institute for Excellence in STEM, Baltimore, MD, USA.

Morris, D. and Nesmith, S.M., 2021, Connecting engineering design and inquiry to the implementation of engineering design challenges in elementary classroom, *School science and mathematics*, 121 (5), E1-E3.

Mullis, I.V.S., Martin, O.M., Froy, P. and Arora, A., 2012, *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*, https://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/t11_ir_mathematics_fullbook.pdf, [Ziyaret Tarihi: 03 Kasım 2021].

Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., Kelly, D. and Fishbein, B., 2020, *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*, Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, https://timss2019.org/reports/wp-content/themes/timssandpirls/download-center/TIMSS-2019-International-Results-in-Mathematics-and-Science.pdf, [Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2021].

Nadelson, L.S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M. and Pfiester, J., 2013, Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers, *The journal of educational research*, 106 (2), 157-168.

National Assessment Governing Board United States Department of Education, 2013, *Technology and engineering literacy framework for the 2014 national assessment of educational progress*, https://www.nagb.org/publications/frameworks/technology/2014-technologyframework.html, [Ziyaret Tarihi: 06 Eylül 2020].

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 1989, Curriculum and evaluation standards for school mathematics: Responses from the research community, *Journal for research in mathematics education*, 19 (4), 338-344.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics*, Reston, VA, USA.

National Research Council (NRC), 1996, *National science education standards*, National Academy Press, Washington, DC: http://www.csun.edu/science/ref/curriculum/reforms/nses/nses-complete.pdf, [Ziyaret Tarihi: 08 Haziran 2020].

National Research Council (NRC), 2011, *Successful K-12 STEM education Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*, National Academies Press, Washington, DC, USA.

National Research Council (NRC), 2013, *Monitoring progress toward successful K-12 STEM education A nation advancing?,* National Academies Press,Washington, DC, USA.

National Science Board (NSB), 2007, *A national action plan for addressing the critical needs of the U.S. Science, technology, engineering and mathematics education system,* https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf, [Ziyaret Tarihi: 23 Mayıs 2019].

National Science Foundation (NSF), 2015, *Revisiting the STEM workforce, a companion to science and engineering indicators,* http://users.nber.org/~sewp/papers/nsb%20revisiting%20stem%204-15.pdf, [Ziyaret Tarihi: 10 Ağustos 2020].

National Academy of Engineering and National Research Council (NAE and NRC), 2009, *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects. Washington*: National Academies Press, Washington, DC.

National Academy of Engineering and National Research Council (NAE and NRC), 2014, *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research, Washington*: National Academies Press, Washington, DC.

Neuman, A.W. and Harmon, B.B., 2018, Plants in medicine: An ıntegrated lab–lecture project for nonscience majors, *Journal of chemical education*, 96 (1), 60-65.

Next Generations Science Standards (NGSS), 2013, *The next generation science standards-executive summary*, https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%206.17.13%20Update_0.pdf, [Ziyaret Tarihi: 08 Haziran 2020].

Oliveira, E. and Roberts, K., 2013, *Literature review: STEM education in France*, https://acola.org. au/wp/PDF/SAF02 Consultants/ Consultant%20 Report%20-%20France.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2018, *Programme for International Student Assessment (PISA) 2018*, https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_TUR.pdf, [Ziyaret Tarihi: 08 Eylül 2020].

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2020, *Education at a Glance 2020: OECD Indicators, OECD Publishing,* Paris, https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/69096873-en.pdf?expires=1605222293veid=idveaccname=guestvechecksum=0F53345786FD9ED35B24F2E5931E1C20, [Ziyaret Tarihi: 05 Eylül 2020].

Olszewski, J., Neumann, K. and Fischer, H.E., 2010, *Contemporary science education research: Teaching, Measuring Physics Teachers' Declerative and Procedural PCK*, Pegem Akademi, Ankara, Türkiye.

Osborne, J.F., 2014, *Scientific practices and inquiry in the science classroom*, Handbook of research on science education, In: Lederman N. and Abell S.K. (eds.), Chapter 29, Routledge, New York, NY, USA, 579-599.

Ostler, E., 2012, 21st century STEM education: a tactical model for long-range success, *International Journal of Applied Science and Technology*, 2 (1), 28-33.

Öğretmen Akademisi Vakfı (ÖRAV), 2019, STEM Öncüleri, https://www.orav.org.tr/stem-onculeri, [Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2022].

Özbilen, A.G., 2018, STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları, *Bilimsel eğitim araştırmaları dergisi*, 2 (1), 1-21.

Özçakır Sümen, Ö. and Çalışıcı, H., 2016, Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course, *Educational sciences: Theory and practice*, 16 (2), 459-476.

Öztay, E.S. and Aydın-Günbatar, S., 2019, Kimya öğretmenlerinin FeTeMM'e yönelik zihinsel modellerindeki değişimin hizmet-içi öğretmen eğitimi boyunca incelenmesi, *Uşak Üniversitesi eğitim araştırmaları dergisi*, 5 (3), 22-43.

Öztürk, E., Öğretmen, K.M., Şan, A.E. and Kal, R., 2022, The investigation of school administrators and teachers' awareness of STEM education in the Turkish Republic of Northern Cyprus, *The online journal of new horizons in education-january*, 12 (1), 94-100.

Park, S. and Chen, Y.C., 2012, Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms, *Journal of research in science teaching*, 49 (7), 922-941.

Park, S. and Oliver, J.S., 2008, Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals, *Research in science education*, 38 (3), 261-284.

Peltomaa, L-M. and Paterson, L., 2022, *ATS-STEM Assessment of Transversal Skills in STEM*, National Research Report Finland, https://www.atsstem.eu/wp-content/uploads/2022/04/ATS-STEM-National-research-report-FINLAND.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Phelps, G. and Schilling, S., 2004, Developing measures of content knowledge for teaching reading, *The elementary school journal*, 105 (1), 31-48.

Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. and Beach, R., 2013, Bridging the gap between Engineering Design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM Education Quality Framework, *Journal of STEM education*, 14 (4), 28-35.

Pimthong, P. and Williams, P.J., 2021, Methods course for primary level STEM preservice teachers: Constructing ıntegrated stem teaching, *EURASIA Journal of mathematics, science and technology education*, 17 (8).

Pituch, K.A. and Stevens, J.P., 2016, *Applied multivariate statistics for the social sciences: Analysis with SAS and IBM's SPSS*, Taylor & Francis, New York, NY, USA.

Polat, M., Gönen, E., Parlak, B., Yıldırım, A. and Özgürlü, B., 2016, *TIMSS uluslararası matematik ve fen eğilimleri araştırması 2015: Ulusal Matematik ve fen bilimleri ön raporu (4. ve 8. Sınıflar)*, http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/Timss_2015_ulusal_fen_mat_raporu.pdf, [Ziyaret Tarihi: 03 Kasım 2021].

Pratt, D.D., 1992, Conceptions of teaching, *Adult education quarterly*, 42 (4), 203-220.

President's Council of Advisors on Science and Technology, 2012, *Engage to excel: Producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics*, https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED541511.pdf, [Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2022].

Putra, P.D.A., 2019, The development and ımplementation of pedagogical content knowledge (PCK) in STEM education for pre-service science teachers in Indonesia (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Shizuoka University.

Radloff, J. and Guzey, S., 2016, Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education, *Journal of science education and technology*, 25 (5), 759-774.

Radloff, J. and Guzey, S., 2017, Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection, *School science and mathematics*, 117 (3-4), 158-167.

Rahman, N.A., Rosli, R., Rambely, A.S., Siregar, N.C., Capraro, M.M. and Capraro, R.M., 2022, Secondary school teachers' perceptions of STEM pedagogical content knowledge, *Journal on mathematics education*, 13 (1), 119-134.

Reed, P., 2018, Reflections on STEM, standards and disciplinary focus, *Technology and engineering teacher*, 77 (7), 16–24.

Reinisch, B., Krell, M., Hergert, S., Gogolin, S. and Kruger, D., 2017, Methodological challenges concerning the draw-A-scientist test: A critical view about the assessment and evaluation of learners' conceptions of scientists, *International journal of science education*, 39 (14), 1952-1975.

Rennie, L.J. and Jarvis, T., 1995, Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology, *Research in science education*, 25, 239-252.

Ring, E.A., Dare, E.A., Crotty, E.A. and Roehrig, G.H., 2017, The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience, *Journal of science teacher education*, 28 (5), 444-467.

Ring-Whalen. E., Dare, E., Roehrig, G., Titu P. and Crotty, E., 2018, From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units, *International journal of education in mathematics, science and technology*, 6 (4), 343-362.

Roehrig, G.H., Dare, E.A., Ring-Whalen, E. and Wieselmann, J.R., 2021, Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum, *International journal of STEM education*, 8 (1), 1-21.

Roehrig, G.H., Moore, T.J., Wang, H.H. and Park, M.S., 2012, Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration, *School science and mathematics*, 112 (1), 31-44.

Roseman, J.E., Herrmann-Abell, C.F. and Koppal, M., 2017, Designing for the next generation science standards: Educative curriculum materials and measures of teacher knowledge, *Journal of science teacher education*, 28 (1), 111-141.

Roth, K.J., Garnier, H.E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K. and Wickler, N.I., 2011, Video-based lesson analysis: Effective science PD for teacher and student learning, *Journal of research in science teaching*, 48 (2), 117-148.

Ryu, M., Mentzer, N. Knobloch, N., 2019, Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation, *International journal of technology and design education*, 29 (3), 493-512.

Sadler, P.M., Coyle, H. and Schwartz, M., 2000, Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges, *Journal of the learning sciences*, 9 (3), 259-286.

Sahin-Topalcengiz, E. and Yildirim, B., 2019, The development and validation of Turkish version of the elementary teachers' efficacy and attitudes towards STEM (ET-STEM) scale, *Journal of education in science, environment and health*, 5 (1), 12-35.

Salar, R., 2021, Awareness and self-efficacy of pre-service science teachers about STEM Education: A qualitative study, *In Asia-Pacific forum on science learning and teaching*, 20 (2), 1-21.

Sanders, M., 2009, STEM, STEM education, STEMmania, *The technology teacher*, 68 (4), 20-26.

Sanders, M. and Wells, J., 2005, *STEM graduate education / research collaboratory*, Paper presented to the Virginia Tech faculty, Virginia Tech, USA.

Saray, A.G.M.O. and Gökdemir, L., 2007, Çin ekonomisinin büyüme aşamaları (1978-2005), *Journal of Yaşar University*, 2 (7), 661-686.

Sarı, U., Duygu, E., Şen, Ö.F. and Kırındı, T., 2020, The effects of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment, *Journal of turkish science education*, 17 (3), 387-405.

Savran, Gencer, A.S., Doğan, H., Bilen, K. and Can, B., 2019, Bütünleşik STEM eğitimi modelleri, *Pamukkale Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 45 (45), 38-55.

Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N. and Skinner, E.A., 2014, A common measurement system for K–12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking, *Studies in educational evaluation*, 40, 18-35.

Science Council of Canada, 1984, *Science for every student: Educating Canadians for tomorrow's world*, Ottawa, Canada, Supply and Services Canada.

Seeley, L., Etkina, E. and Vokos, S., 2018, The *intertwined roles of teacher content knowledge and knowledge of scientific practices in support of a science learning community*, Pedagogical Content Knowledge in STEM Research to Practice, In: Uzzo, S.M., Graves, S.B., Shay, E., Harford, M. and Thompson, R. (eds), Chapter 2, Springer, İsviçre 17-48.

Shaner, S.E., Hooker, P.D., Nickel, A.M., Leichtfuss, A.R., Adams, C.S., de la Cerda, D., de la Cerda, D., She, Y., Gerken, J.B., Pokhrel, R., Ambrose, N.J., Stahl, S.S., Christus, J.D.S. and Khaliqi, D., 2016, Discovering inexpensive, effective catalysts for solar energy conversion: an authentic research laboratory experience, *Journal of chemical education*, 93 (4), 650-657.

Shernof, D.J., Ruzek, E.A., Sannella, A.J., Schorr, R.Y., Sanchez-Wall, L. and Bressler, D.M., 2017, Student engagement as a general factor of classroom experience: Associations with student practices and educational outcomes in a university gateway course, *Frontiers in psychology*, 8, 994.

Shulman, L.S., 1986, Those who understand; knowledge growth in teaching, *Educational researcher*, 15 (2), 4-14.

Shulman, L.S., 1987, Knowledge and teaching: Foundations of the new reform, *Harvard educational review*, 57 (1), 1-22.

Shulman, L.S. and Shulman, J., 2004, How and what teachers learn: A shifting perspective, *Journal of curriculum studies*, 36 (2), 257–271.

Sias, C.M., Nadelson, L.S., Juth, S.M. and Seifert, A.L., 2017, The best laid plans: Educational innovation in elementary teacher generated integrated stem lesson plans, *The journal of educational research*, 110 (3), 227-238.

Sibuma, B., Wunnava, S., John, M.S., Anggoro, F. and Dubosarsky, M., 2018, The impact of an integrated pre-K STEM curriculum on teachers' engineering content knowledge, self-efficacy, and teaching practices, *2018 IEEE Integrated STEM Education Conference* (ISEC), 10 March 2018 Princeton, NJ, USA, 224–227.

Silk, E.M., Schunn, C.D. and Cary, M.S., 2009, The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting, *Journal of science education and technology*, 18 (3), 209-223.

Sneider, C. and Purzer, S., 2014, *The rising profile of STEM literacy through national standards andBassessments*, Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices, In: Purzer, S., Strobel, J. and Cardella M.E. (eds.), Chapter 1, Purdue University Press, West Lafayette, IN, USA, 419-425.

Southerland, S.A., Granger, E.M., Hughes, R., Enderle, P., Ke, F., Roseler, K., Saka, Y. and Tekkumru-Kisa, M., 2016, Essential aspects of science teacher Professional development: Making research participation instructionally effective, *AERA Open* 2 (4), 1-16.

Staley, K.N., 2004, *Tracing the development of understanding rate of change: A case study of changes in a pre-service teacher's pedagogical content knowledge*, Tez (Yayımlanmamış doktora), North Carolina State University.

Stohlmann, M., Moore, T.J. and Roehrig, G.H., 2012, Considerations for teaching integrated STEM education, *Journal of pre-college engineering education research*, 2 (1), 28-34.

Strauss, A. and Corbin, J., 1990, *Basics of qualitative research: grounded theory procedures and techniques*, SAGE Publications, New Delhi, India.

Streator, J. and Cho, S., 2014, *Design-Based Learning in information systems: The role of knowledge and motivation on learning and design outcomes*, https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1036vecontext=sais2014, [Ziyaret Tarihi: 06 Haziran 2020].

Sun, Y. and Strobel, J., 2013, Elementary engineering education (EEE) adoption and expertise development framework: An inductive and deductive study, *Journal of pre-college engineering education research*, 3 (1), 32-52.

Supovitz, J.A. and Turner, H.M., 2000, The effects of professional development on science teaching practices and classroom culture, *Journal of research in science teaching*, 37 (9), 963-980.

Swift, T.M. and Watkins, S.E., 2004, An engineering primer for outreach K-4 education, *Journal o f STEM education*, 5, (3-4), 67-76.

Şahin, M. and Hacıömeroğlu, G., 2021, Okul öncesi ve sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM farkındalıkları ve FETEMM öğretim yönelimlerinin incelenmesi, *Gelecek vizyonlar dergisi [Future visions journal)*, 5 (2), 17-27.

Şahiner, E. and Ünlü, Z.K., 2022, The effect of engineering design activities on pre-service elementary teachers' STEM awareness and engineering perceptions, *Cumhuriyet international journal of education*, 11 (1), 145-154.

Quigley, C.F., Herro, D., King, E. and Plank, H., 2020, STEAM designed and enacted: Understanding the process of design and ımplementation of steam curriculum in an elementary school, *Journal of science education and technology*, 29, 499-518.

Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S., 2013, Using multivariate statistics, Allyn and Bacon, Boston, MA, USA.

Taha, T., Hashim, R., Ismail, Z., Jusoff, K. and Yin, K.Y., 2014, The influence of students' concept of mole, problem representation ability and mathematical ability on stoichiometry problem solving, *The 2014 WEI International Academic Conference Proceedings*, Bali, Indonesia, 122-136.

Tamburini, F., Kelly, T., Weerapana, E. and Byers, J.A., 2014, Paper to plastics: An interdisciplinary summer outreach project in sustainability, *Journal of chemical education*, 91 (10), 1574-1579.

Tarkın-Çelikkıran, A. and Aydın-Günbatar, S., 2017, Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 14 (1), 1624-1656.

Taş, U.E., Arıcı, Ö., Özarkan, H.B. and Özgürlük, B., 2016, *PISA 2015 ulusal raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı*, http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Tekerek, B. and Karakaya, F., 2018, STEM education awareness of pre-service science teachers, *International online journal of education and teaching*, 5 (2), 348-359.

Teo, T.W. and Ke, K.J., 2014, Challenges in STEM teaching: Implication for preservice and inservice teacher education program, *Theory into practice*, 53 (1), 18-24.

The MITRE Corporation, 2016, *The innovation landscape and government's future role*, https://www.mitre.org/sites/default/files/publications/pr-15-3060-innovation-landscape-government-future-role_0.pdf, [Ziyaret Tarihi: 08 Haziran 2020].

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), 2011, *TIMSS 2011 Türkiye Raporu; Ankara: EARGED Yayınlar,* http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/timss/TIMSS-2011-8-Sinif%20Raporu.pdf, [Ziyaret Tarihi: 25 Mayıs 2019].

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), 2015, *TIMSS 2015 Türkiye Raporu; Ankara: EARGED Yayınları,* http://timss.meb.gov.tr/wp-content/uploads/Timss_2015_ulusal_fen_mat_raporu.pdf, [Ziyaret Tarihi: 25 Mayıs 2019.

Tkachenko, A., 2021, *Investigating Secondary School Teachers' Understandings of and Approaches to STEM Integration* Tez (Yayımlanmamış doktora), University of Toronto, Toronto.

Toma, R.B. and Greca, I.M., 2018, The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science, *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 14 (4), 1383-1395.

Treagust, D.F., Chittleborough, G. and Mamiala, T., 2003, The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations, *International journal of science education*, 25 (11), 1353-1368.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), 2010, *Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi 2011-2016,* https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/strateji_belgeleri/UBTYS_2011-2016, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Türk Sanayici İş Adamları Derneği (TÜSİAD), 2014, *STEM alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması*, https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9807-stem-alaninda-egitim-almis-is-gucune-yonelik-talep-ve-beklentiler-arastirmasi, [Ziyaret Tarihi: 06 Ağustos 2020].

Türk Sanayici İş Adamları Derneği (TÜSİAD), 2017, *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*, https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi, [Ziyaret Tarihi: 21 Ağustos 2020].

Uçan Süpürge Kadın İletişim ve Araştırma Derneği (USKİAD), 2020, *Türkiye'de STEM Alanındaki Toplumsal Cinsiyet Eşitsizlikleri Araştırma ve İzleme Raporu.*

UNC Health Care, 2016, Harriet Fulbright Institute Announces the Prof. Aziz Sancar Girls in STEM Project Heuristic, https://mideast.unc.edu/harriet-fulbright-institute-announces-the-prof-aziz-sancar-girls-in-stem-project/, [Ziyaret Tarihi: 15 Ekim 2020].

Uysal, E. and Cebesoy, Ü.B., 2020, Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi (Investigating the effectiveness of design-based stem activities on pre-service science teachers' science process skills attitudes), *SDU international journal of educational studies*, 7 (1), 60-81.

Ünlü Koyunlu, Z. and Dere, Z., 2019, Assessment of Pre-service Preschool Teachers' Awareness of STEM, *Erzincan Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 21 (1), 44-55.

van Driel, J., De Jong, O. and Verloop, N., 2002, The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge, *Science education*, 86, 572-590.

Vasquez, J.A., Sneider, C. and Comer, M., 2013, *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics*, Heinemann, Portsmouth, NH, USA.

Vasquez, J.A., 2015, STEM beyond the acronym, *Educational leadership*, 72 (4), 10-15.

Vattam, S.S. and Kolodner, J.L., 2008, On foundations of technological support for addressing challenges facing design-based science learning, *Pragmatics ve cognition*, 16 (2), 406-437.

Vossen, T.E., Henze, I., De Vries, M.J. and Van Driel, J.H., 2020, Finding the connection between research and design: the knowledge development of STEM teachers in a professional learning community, *International journal of technology and design education*, 295-320.

Yasar, S., Baker, D., Robinson-Kurpius, S., Krause, S. and Roberts, C., 2006, Development of a survey to assess K-12 teachers' perceptions of engineers and familiarity with teaching design, engineering, and technology, *Journal of engineering education*, 95 (3), 205-216.

Yildirim, B. and Sahin-Topalcengiz, E., 2018, "STEM Pedagogical Content Knowledge Scale (STEMPCK): A Validity and Reliability Study, *Journal of STEM teacher education*, 53 (2).

Yoon, S.Y., Evans, M.G. and Strobel, J., 2014, Validation of the teaching engineering self-efficacy scale for K-12 teachers: A structural equation modeling approach, *Journal of engineering educaiton*, 103 (3), 463-485.

Wang, H.H., Moore, T.J., Roehrig, G.H. and Park, M.S., 2011, STEM integration: Teacher perceptions and practice, *Journal of pre-college engineering education research*, 1 (2), 1-13.

Watermeyer, R. and Montgomery, C., 2018, Public dialogue with science and development for teachers of STEM: Linking public dialogue with pedagogic praxis, *Journal of education for teaching*, 44 (1), 90-106.

Watson, S., Williams-Duncan, O.M. and Peters, M.L., 2022, School administrators' awareness of parental STEM knowledge, strategies to promote STEM knowledge, and student STEM preparation, *Research in science & technological education*, 40 (1), 1-20.

Weinberg, A.E. and Sample McMeeking, L.B., 2017, Toward meaningful interdisciplinary education: High school teachers' views of mathematics and science integration, *School science and mathematics*, 117 (5), 204-213.

Wendell, K.B., 2008, *The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children*, Tufts University, https://dl.tufts.edu/concern/pdfs/mw22vh72j, [Ziyaret Tarihi: 03 Kasım 2020].

Wendell, K.B., Connolly, K.G., Wright, C.G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M. and Marulcu, I., 2010, Incorporating engineering design into elementary school science curricula, American Society for Engineering Education Annual Conference ve Exposition, , 20-23 June 2010 Louisville, KY, 15.958.1-15.958.21.

Wheeler, L.B., Navy, S.L., Maeng, J.L. and Whitworth, B.A., 2019, Development and validation of the classroom observation protocol for engineering design (COPED), *Journal of research in science teaching*, 56 (9), 1285-1305.

Wijnen, W.H.F.W., 2000, *Towards design-based learning*, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.

Woldeamanuel, M.M., Atagana, H. and Engida, T., 2014, What makes chemistry difficult?, *African journal of chemical education*, 4 (2), 31-43.

Wong, V., Dillon, J. and King, H., 2016, STEM in England: meanings and motivations in the policy arena, *International journal of science education*, 38 (15), 2346-2366.

World Bank, 2018, *World Bank open data*, https://data.worldbank.org/, [Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2022].

Wu, H.K., 2003, Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: intertextuality in a high-school science classroom, *Science education*, 87 (6), 868-891.

Yağbasan, R. and Gülçiçek, A.G.Ç., 2003, Fen öğretiminde kavram yanılgılarının karakteristiklerinin tanımlanması, *Pamukkale üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 13 (13), 102-120.

Yıldırım, B., 2018a, *Teoriden pratiğe STEM eğitimi: Uygulama kitabı*, Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye.

Yıldırım, B., 2018b, *2023, 2053 ve 2071 Hedefleri için STEM Eğitim Raporu*, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş.

Yıldırım, B., 2018c, Bağlam temelli öğrenmeye uygun olarak hazirlanmiş STEM uygulamalarinin etkilerinin incelenmesi, *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir eğitim fakültesi dergisi*, 36, 1-20.

Yıldırım, B. And Altun, Y., 2015, STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi, *El-Cezeri journal of science and engineering*, 2 (2), 28-40.

Yıldırım, B. and Şahin-Topalcengiz, E., 2019, STEM pedagogical content knowledge scale (STEMPCK): A validity and reliability study, *Journal of STEM teacher education*, 53 (2), 2.

Yıldırım, B., 2020, Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli, *Pamukkale Üniversitesi eğitim fakültesi dergisi*, 50, 70-98.

Yıldırım, A. and Şimşek, H., 2006, *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Yıldırım, A. and Şimşek, H., 2011, *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Yıldırım, E. and Yıldırım, Ö., 2020, İlkokul ve ortaokul öğretmenlerinin ders planlama yeterliklerinin incelenmesi, *Milli eğitim dergisi*, 49 (228), 7-37.

EKLER

EK 1. STEM Farkındalık Ölçeği (Çevik, 2017)

STEM İLE İLGİLİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ **Yönerge:** Aşağıda STEM eğitimine yönelik görüşlerinizi belirlemeyi amaçlayan cümleler yer almaktadır. Bu maddeleri size uygun olan duruma göre X işareti koyarak belirtiniz.	**Kesinlikle Katılıyorum**	**Katılıyorum**	**Kararsızım**	**Katılmıyorum**	**Kesinlikle Katılmıyorum**
ÖĞRENCİYE YÖNELİK ETKİSİ					
1. STEM eğitimi öğrencilerin el becerilerinin artmasına katkıda bulunur.					
2. STEM eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir.					
3. STEM eğitimi öğrenciyi derse motive eder.					
4. STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini artırır.					
5. STEM eğitimi uygulamaları öğrencilerin kendine güvenini artırır.					
6. STEM eğitimi öğrencilerin eleştirel bakış açısı kazanmalarını destekler.					
DERSE YÖNELİK ETKİSİ					
7. STEM eğitiminin dersten günlük hayata yansıması kaçınılmazdır.					
8. STEM eğitimi için üst düzey materyallere ihtiyaç vardır.					
9. STEM eğitimi uygulaması derste sınıf hakimiyetini olumsuz etkiler.					
10. STEM eğitimi etkinliği derste çok zaman kaybettirir.					
11. STEM eğitimi etkinlikleri öğretim programlarında yer almalıdır.					
ÖĞRETMENE YÖNELİK ETKİSİ					
12. STEM eğitimi öğretmenin derste teknoloji kullanılmasını gerekli kılar.					
13. STEM eğitim uygulamaları öğretmenin kendisini geliştirmesi için bir fırsattır.					
14. STEM eğitim etkinliklerinde öğretmen aktif rol almalıdır.					
15. Öğretmenler ders içi/dışı etkinliklerde STEM eğitimini kolaylıkla planlayabilirler.					

EK 2. STEM-Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (Yıldırım ve Şahin, 2018)

Değerli Öğretmen Adayları,

Bu ölçek sizin STEM-Pedagojik Alan Bilgisi (STEMPAB)'e ilişkin düşüncelerinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Burada belirteceğiniz görüşler yalnızca araştırma amacıyla kullanılacak ve sonuçlar tüm grubun yanıtları göz önüne alınarak değerlendirilecektir. Bu araştırmanın güvenirliği için gerçek düşüncelerinizi belirtmeniz özel bir önem taşımaktadır. **Lütfen hiçbir maddeyi boş bırakmayınız ve her biri için tek yanıt veriniz. Vereceğiniz bu yanıtlar bilimsel bir çalışma için kullanılacak ve başka kişiler ile paylaşılmayacaktır.**

Bu çalışmaya yaptığınız katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Yönerge: Aşağıdaki sayfalarda ifadelere dair listeler bulunmaktadır. Lütfen kendinizi her bir ifade ile ilgili nasıl hissettiğinizi cevap kâğıdı üzerinde işaretleyerek belirtin.

Örneğin:

	Kesinlikle katılıyorum	**Katılıyorum**	**Kararsızım**	**Katılmıyorum**	**Kesinlikle Katılmıyorum**
1. Bir dersin öğretiminde birden fazla strateji, yöntem ve teknik kullanabileceğimi düşünüyorum.					

Cümleyi okuyunca buna katılıp katılmadığınızı bileceksiniz. Bu ifadeye ne ölçüde katıldığınızı tanımlayan kutucuğu işaretleyin. Bazı ifadeler birbirine çok benziyor olsa da lütfen bütün ifadeler için ilgili cevabı işaretleyin. Bu seçeneklerin işaretlenmesi zaman açısından ölçülmemektedir; hızlı ancak dikkatli bir şekilde çalışın.

Hiçbir şekilde "yanlış" ya da "doğru" cevap seçenekleri söz konusu değildir! Tek doğru yanıt sizin için doğru olan yanıttır. Mümkün olduğu noktada sizin başınız gelmiş olabilecek durumların sizin tercihte bulunmanıza yardım etmesine izin verin.

Cinsiyet :
Yaş :
Bölüm :
Sınıf :

Lütfen her soru için bir cevabı işaretleyin.

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
PEDAGOJİ BİLGİSİ					
1. Bir dersin öğretiminde birden fazla strateji, yöntem ve teknik kullanabileceğimi düşünüyorum.					
2. Öğrencilere her konuda rehberlik edebileceğimi düşünüyorum.					
3. Öğrencilerin araştırmalarında onlara yardımcı olabileceğimi düşünüyorum.					
4. Alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını kullanabileceğimi düşünüyorum.					
5. Öğrenmeyi sağlayıcı etkili bir sınıf ortamı oluşturabilirim.					
6. Öğrenciler ile etkili iletişim kurabileceğimi düşünüyorum.					
7. Öğrencileri derse karşı motive edebileceğimi düşünüyorum.					
8. Öğrencilerin dersin hedeflerine ulaşıp ulaşmadığını tespit edebileceğimi düşünüyorum.					
9. Öğrencilere ders ile ilgili dönüt-düzetme verebileceğimi düşünüyorum.					
10. Öğrencileri nasıl değerlendireceğimi konusunda yeterli olduğumu düşünüyorum.					
11. Öğrencilere kaliteli ve verimli ders öğrete bileceğimi düşünüyorum.					
12. Öğrencilerin düzeylerine uygun eğitim verebileceğimi düşünüyorum.					

FEN					
13. Fen Bilimleri alanıyla ilgili yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.					
14. Fen Bilimleri alanın da meydana gelen gelişmeleri takip ederim.					
15. Öğrencilere fen ile ilgili sorular sorarak konuya ilgilerini çekebilirim.					
16. Fen Bilimleri dersine ait kavram, bilgi, teori ve kanunları öğretebileceğimi düşünüyorum.					
17. Fen öğretimi konusunda etkili olacağımı düşünüyorum.					
18. Fen bilimlerine yönelik ileri düzey çalışmalar yapabilirim					

19. Öğrencileri, fen kavramlarını kullanmak için cesaretlendiririm.					
20. Fen bilimleri dersi ilgimi çektiğini düşünüyorum.					

TEKNOLOJİ					
21. Teknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.					
22. Teknolojik araç-gereçleri derslerde kullanabileceğimi düşünüyorum.					
23. Farklı derslere teknolojiyi entegre edebilecek kadar entegrasyon bilgisine sahibim.					
24. Teknolojide meydana gelen gelişmeleri takip ediyorum.					
25. Teknolojik problemlere yeni ve farklı çözümler üretebilirim.					
26. Farklı birçok teknoloji hakkında bilgi sahibiyim.					
27. Farklı disiplinler ile teknolojiyi ilişkilendire bilirim.					

MÜHENDİSLİK					
28. Fen ve Matematiğin mühendisliği temeli olduğunu düşünüyorum.					
29. Mühendislik eğitimi konusunda öğrencilere yardımcı olabileceğimi düşünüyorum.					
30. Mühendislik ile ilgili gelişmeleri gelişmeleri takip ediyorum.					
31. Mühendisliğin uygulama alanın teknoloji olduğunu düşünüyorum.					
32. Mühendislikle ilgili bir şeyler yaptığım zaman kendimi iyi hissediyorum.					
33. Mühendisliğin eğlenceli olduğunu düşünüyorum.					
34. Derslerimi mühendislik eğitimi ile birleştirebileceğimi düşünüyorum.					

MATEMATİK					
35. Matematik konusunda yeterli alan bilgisine sahibim.					
36. Matematik dersine ait kavram, teorem ve kuramları etkili bir şekilde öğreteceğime inanıyorum.					
37. Öğrencileri, matematik kavramlarını kullanmak için cesaretlendiririm.					
38. Matematik ile ilgili ileri düzey çalışmalar yapabilirim.					
39. Matematiğin, terimlerin, kuramları olduğu bir disiplin olarak düşünüyorum.					

40. Matematik öğretimi için gerekli nitelik ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.					
41. Matematik ve fen alanlarını birlikte kullanabilecek bilgiye sahibim.					
42. Matematik ile ilgili gelişmeleri takip ederim.					

21. YY YAŞAM BECERİLERİ BİLGİSİ					
43. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştireceğimi düşünüyorum.					
44. Öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştığı problemleri çözmeleri için gerekli becerileri kazanmalarını sağlayacağımı düşünüyorum.					
45. Arkadaşlarım ile etkili iletişim kurabilirim.					
46. Kendimi başkasının yerine koyup empati yapabilirim.					
47. Arkadaşlarımla grup çalışması yapabileceğimi düşünüyorum.					
48. Yeni ve farklı tasarımlar yapabileceğime inanıyorum.					
49. Arkadaşlarımın düşüncelerine saygı duyarım.					
50. Arkadaşlarıma liderlik yapabileceğimi düşünüyorum.					
51. Eleştirilere karşı hoşgörülü olduğumu düşünüyorum.					
52. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim					
53. Arkadaşlarımın hayal güçlerini geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum.					
54. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.					
55. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.					
56. Problemlerin birden fazla çözüm yolunun olduğunu düşünürüm.					

EK 3. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Ders Planı Değerlendirme Formu

Bu form, fen bilimleri öğretmen adaylarının **Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik** STEM eğitimine uygun ders planı hazırlama konusundaki yeterliliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Form STEM pedagojik alan bilgisini oluşturan dört öğeyle (Öğrenci Bilgisi, Öğretim Programı Bilgisi, Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler, Ölçme Bilgisi) ilgili maddelerden oluşmaktadır. Öğrenci Bilgisi'ni belirlemeye yönelik maddeler 9. ve 10. maddedir. Öğretim Programı Bilgisi'ni belirlemeye yönelik maddeler 1., 2., 3., 4., 5., 6., ve 7. Maddedir. Öğretim Stratejileriyle ilgili Bilgiler'i belirmeye yönelik maddeler 8., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20., 21. ve 22. Maddedir. Ölçme Bilgisi'ni belirlemeye yönelik maddeler ise 23. ve 24. maddedir.

Değerlendirme işlemi sırasında rakamlar kullanılarak puanladırma yapılacaktır:
"0" puan: Boş bırakılmıştır. Hiç cevap verilmemiştir
"1" puan: Yetersiz
"2" puan: Kısmen yeterli
"3" puan: Yeterli

No	KRİTER	PUAN				AÇIKLAMALAR
		0	1	2	3	
1	Sınıf düzeyini belirtme					3 puan: Sınıf düzeyi öğretilecek kavramlara uygun olarak fen bilimleri müfredatı ile ilişkilendirilerek doğru şekilde belirlenmiştir. 2 puan: Sınıf düzeyi öğretilecek kavramlara uygun olarak fen bilimleri müfredatı ile ilişkilendirilerek birden fazla düzeyi kapsayacak şekilde belirtilmiştir. 1 puan: Sınıf düzeyi öğretilmesi planlanan kavramlar göz önünde bulundurulmadan belirtilmiştir. 0 Puan: Sınıf düzeyi hiç belirtilmemiştir
2	Ders süresini belirtme					3 puan: STEM kazanımlarına uygun olarak ders süresi belirlenmiştir. 2 puan: STEM disiplinlerinin bir veya birkaçının kazanımlarıyla ilgili uygulamaların gerçekleştirileceği süre belirtilmiştir. 1 puan: STEM kazanımlarıyla ilgili öğretim faaliyetleri dikkate alınmadan ders süresi belirtilmiştir. 0 puan: Süre belirtilmemiştir.
3	Fen Bilimleri kazanımlarını belirtme					3 puan: Öğretilecek fen bilimleri kavramlarıyla ilgili kazanımları uygun olarak belirtmiştir. 2 puan: Öğretilecek fen bilimleri kavramlarıyla ilgili kazanımları belirtmede yetersizdir. 1 puan: Öğretilecek fen bilimleri kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir. 0 puan: Kazanımlar belirtilmemiştir.
4	Mühendislik kazanımlarını belirtme					3 puan: Öğretilecek mühendislik kazanımları uygun olarak belirtilmiştir. 2 puan: Öğretilecek mühendislik kavramlarıyla ilgili kazanımları belirtmede yetersizdir. 1 puan: Öğretilecek mühendislik kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir.

						0 puan: Kazanımlar belirtilmemiştir
5	Teknoloji kazanımlarını belirtme					3 puan: Öğretilecek teknoloji kazanımları uygun olarak belirtilmiştir. 2 puan: Öğretilecek teknoloji kavramlarıyla ilgili kazanımları belirtmede yetersizdir. 1 puan: Öğretilecek teknoloji kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir. 0 puan: Kazanımlar belirtilmemiştir.
6	Matematik kazanımlarını belirtme					3 puan: Öğretilecek matematik kazanımları uygun olarak belirtilmiştir. 2 puan: Öğretilecek matematik kavramlarıyla ilgili kazanımları belirtmede yetersizdir. 1 puan: Öğretilecek matematik kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir. 0 puan: Kazanımlar belirtilmemiştir.
7	21. yy. becerileri kazanımlarını belirtme					3 puan: Öğretilecek 21.yy. kazanımları uygun olarak belirtilmiştir. 2 puan: Öğretilecek 21.yy. becerileriyle ilgili kazanımları belirtmede yetersizdir. 1 puan: Öğretilecek 21.yy. becerileriyle ilgili kazanımları yanlış olarak belirtilmiştir. 0 puan: Kazanımlar belirtilmemiştir.
8	Mühendislik tasarım sürecine uygun malzemelere yer verme					3 puan: Mühendislik tasarım sürecinde birden fazla tasarım yapılmasına olanak verecek şekilde malzeme listesi verilmiştir. 2 puan: Mühendislik tasarım sürecinde sadece 1 tasarıma yönelik malzeme listesi verilmiştir. 1 puan: Mühendislik tasarım sürecinde kullanılacak malzeme listesi verilmemiştir, öğrencilerden malzeme getirilmesi istenmiştir. 0 puan: Mühendislik tasarım sürecinde kullanılacak malzemeler verilmemiştir.
9	Konuya yönelik kavram yanılgılarını verme					3 puan: Alanyazından faydalanılarak ilgili konuya yönelik kavram yanılgıları verilmiştir. 2 puan: Alanyazından faydalanılarak ilgili konuya yönelik ilgili kavram yanılgıları kısmen verilmiştir. 1 puan: Alanyazın belirtilmeden kavram yanılgıları verilmiştir. 0 puan: Kavram yanılgılarına yer verilmemiştir.
10	Öğrencilerin hazır bulunuşluklarının belirlenmesi					3 puan: Öğrencilerin hazır bulunuşluklarını uygun ölçme araçları ile belirler. 2 puan: Öğrencilerin hazır bulunuşluklarından bazılarını uygun ölçme araçları ile belirler. 1 puan: Öğrencilerin hazır bulunuşluklarını uygun olmayan ölçme araçları ile belirler. 0 puan: Öğrencilerin hazır bulunuşluklarını belirlemez.
11	Derste dikkat çekici etkinliklere yer verilmesi					3 puan: Derste kazanımlar ile uyumlu dikkat çekici etkinlikler kullanılmıştır. 2 puan: Derste kazanımlar ile uyumlu olmayan dikkat çekici etkinlikler kullanılmıştır.

						1 puan: Derste kazanımlar ile uyumlu dikkat çekici olmayan etkinlikler kullanılmıştır. 0 puan: Derste dikkat çekici etkinliklere yer verilmemiştir.
12	Ders planının öğrenci hazır bulunuşluğuna uygunluğu					3 puan: Ders planı tasarlanırken öğrencinin hazır bulunuşluğu dikkate alınmıştır. 2 puan: Ders planı tasarlanırken öğrencinin hazır bulunuşluğu büyük oranda dikkate alınmıştır. 1 puan: Ders planı tasarlanırken öğrencinin hazır bulunuşluğu kısmen dikkate alınmıştır. 0 puan: Ders planı tasarlanırken öğrencinin hazır bulunuşluğu dikkate alınmamıştır.
13	Problemin mühendislik tasarım sürecine uygunluğu					3 puan: Problem durumu MTS basamaklarının tamamını kapsayacak şekilde verilmiştir. 2 puan: Problem durumunda MTS basamaklarından çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi, çözümün sunulması, yeniden tasarlama/revize etme basamaklarından bazılarını kapsayacak şekilde verilmiştir. 1 puan: Problem durumunda MTS basamaklarından problemin tanımlanmasından, probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesini, olası çözümlerin geliştirilmesini, en iyi çözüme karar verilerek prototipin yapılması sürecini kapsayacak şekilde verilmiştir. 0 puan: Problem durumu MTS basamaklarına uygun olarak verilmemiştir.
14	Problemin kazanımlara uygunluğu					3 puan: Problem durumu STEM kazanımlara uygun olarak verilmiştir. 2 puan: Problem durumu STEM kazanımlarının bazılarını kapsayacak şekilde verilmiştir. 1 puan: Problem durumu fen kazanımlarını kapsayacak şekilde verilmiştir. 0 puan: Problem durumu kazanımlarla uyuşmamaktadır.
15	Problemin dikkat çekici olması					3 puan: Problem öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre dikkatini çekici özelliktedir. 2 puan: Problem öğrencilerin hazır bulunuşluklarına göre kısmen dikkatini çekici özelliktedir 1 puan: Problem dikkat çekicidir, ancak öğrencilerin hazır bulunuşluklarına uygun değildir. 0 puan: Problem dikkat çekici değildir.
16	Mühendislik tasarım süreci basamaklarını yansıtma					3 puan: Mühendislik tasarım süreci basamaklarını (MTSB) içermektedir ve uygulama süreci açıklanmıştır. 2 puan: MTSB basamaklarını içermektedir; ancak uygulanma sürecine ait açıklama yapılmamıştır.

						1 puan: MTSB basamaklarının bazılarını içermektedir ve uygulamaya yönelik açıklamalar yapılmıştır. 0 puan: MTSB basamaklarına hiç yer verilmemiştir.
17	Mühendislik tasarım sürecinde problemin belirlenebilmesi için yönlendirme					3 puan: Problemin belirlenebilmesi için yönlendirmeler yapılarak problem durumunun ifade edilmesi, kriter ve sınırlılıkların belirlenmesi sağlanmıştır. 2 puan: Problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapılarak problem durumunu belirtmesi istenmiştir. 1 puan: Problemin belirlenmesine yönelik yönlendirmeler yapılır; ancak öğrencilerden problem durumunu ifade etmeleri istenmemiştir. 0 puan: Problem durumunun belirlenmesi için herhangi bir yönlendirme yapılmamıştır.
18	Mühendislik tasarım sürecinde problemin çözümüne yönelik hipotez/öneri oluşturma için yönlendirme					3 puan: Problemin çözümüne yönelik önerilen hipotez/önerilerin kriter ve sınırlılıkları göz önünde bulundurularak oluşturulmasını sağlamaya yönelik yönlendirme yapılmıştır 2 puan: Problemin çözümüne yönelik önerilen hipotez/önerilerin kriter veya sınırlılıklardan bazılarını göz önünde bulundurularak oluşturmaları için yönlendirme yapılmıştır. 1 puan: Öğretmen tarafından sunulan hipotez/öneriler öğrenciler tarafından takip edilmiştir. 0 puan: Problemin çözümüne yönelik önerilen hipotez/öneriler için herhangi bir yönlendirme yapılmamıştır.
19	Mühendislik tasarım sürecinde veri toplanma süreci için yönlendirme					3 puan: MTS sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplanması ve kaydedilmesi için yönlendirme yapılmıştır. 2 puan: MTS sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplaması için yönlendirme yapılırken, veri kaydı için yönlendirme yapılmamıştır. 1 puan: MTS sürecinde ürün/süreci denerken, geliştirirken veri toplama için zaman zaman yönlendirme yapılmıştır. 0 puan: Öğrencilere MTS sürecinde veri toplamaları için herhangi bir yönlendirme yapılmamıştır.
20	Mühendislik tasarım sürecinde prototip/süreç oluşturma süreci için yönlendirme					3 puan: Grupların/Bireylerin kriter ve sınırlılıklara uygun prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapılmıştır. 2 puan: Grupların/Bireylerin kriter veya sınırlılıklara uygun prototip/süreç geliştirmeleri için gerekli yönlendirmeler yapılmıştır. 1 puan: Grupların/Bireylerin kriter ve sınırlılıklara dikkat edilmeden prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapılmıştır.

						0 puan: Grupların/Bireylerin prototip/süreç geliştirmeleri için yönlendirme yapılmamıştır.
21	Prototipin/sürecin test edilmesi sürecinde yönlendirme					3 puan: Prototip/süreç test edilirken kriter ve sınırlılıkların göz önünde bulundurularak test edilmesine, zayıf ve güçlü yönlerini belirlemesine yönelik yönlendirmeler yapılmıştır. 2 puan: Prototip/süreç test edilirken yetersiz yönlendirme yapılmıştır. 1 puan: Prototip/süreç test edilirken herhangi bir yönlendirme yapılmamıştır. 0 puan: Prototip/süreç test edilmemiştir.
22	Mini tasarım görevleri büyük tasarım görevini destekleyecek şekilde verme					3 puan: Mini tasarım görevleri büyük tasarım görevinin yerine getirilmesini için gerekli STEM kavramları, teori ve kanunları ile ilişkilendirilerek verilmiştir. 2 puan: Mini tasarım görevlerinden bazıları büyük tasarım görevini desteklerken bazıları desteklememektedir. 1 puan: Mini tasarım görevleri büyük tasarım görevini desteklememektedir 0 puan: Mini tasarım görevleri verilmemiştir.
23	Kazanımlara yönelik ölçme-değerlendirme araçlarını kullanma					3 puan: Ders planı kapsamındaki kazanımların tümüne yönelik ölçme değerlendirme araçları kullanılmıştır. 2 puan: Ders planı kapsamındaki en az 2 disipline ait kazanımlara yönelik ölçme değerlendirme araçları kullanılmıştır. 1 puan: Ders planı kapsamındaki sadece bir disipline ait kazanımları ölçmeye yönelik ölçme değerlendirme araçları kullanılmıştır. 0 puan: Herhangi bir ölçme değerlendirme aracı kullanılmamıştır.
24	21. yy. becerileriyle ilgili kazanımlara yönelik ölçme değerlendirme araçları kullanma					3 puan: Ders planı kapsamındaki tüm 21. yy. becerilerini değerlendirmeye yönelik ölçme değerlendirme araçları değerlendirme kullanılmıştır. 2 puan: Ders planı kapsamındaki bazı 21 yy. becerilerini değerlendirmeye yönelik ölçme değerlendirme yapılmıştır. 1 puan: Ders planı kapsamında olmayan 21 yy. becerileri için ölçme değerlendirme yapılmıştır. 0 puan: 21. yy. becerileri değerlendirilmemiştir.

EK 4. Tasarım Temelli STEM Ders Planı Taslağı

<table>
<tr><td colspan="3">BÖLÜM I</td></tr>
<tr><td colspan="2">Öğretmen Adayının Adı Soyadı:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Tarih</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ünite Adı:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ders Süresi:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Sınıf Düzeyi:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">BÖLÜM II</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">STEM Kazanımları</td><td>Fen Bilimleri Kazanımları</td><td></td></tr>
<tr><td>Matematik Kazanımları</td><td></td></tr>
<tr><td>Mühendislik Kazanımları</td><td></td></tr>
<tr><td>21. yy. Kazanımları</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ünite Kavramları</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Derste Kullanılacak Materyaller, Araç-Gereçler</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Kaynakça:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Ön Bilgi</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Derse Giriş</td><td></td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Derse Geçiş</td><td></td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">BÖLÜM III. DEĞERLENDİRME</td><td></td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

EK 5. Bütünleşik STEM Öğretmen Eğitimi Modelleri ile ilgili Yarı-Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Bölüm 1: Öğretmen Adayının Çizdiği Modelle İlgili Sorular:

Öğretmen adayına çizdiği STEM bütünleşik modeli gösterilir.

1.STEM modelini açıklar mısın?

Sonda 1. Modeli çizerken aklından neler geçti?
Sonda 2. Modelinde ne gibi özellikleri var?
Sonda 3. Modelinin öne çıkan özellikler var mı? Varsa bu özellikler nelerdir?

2. STEM eğitiminde dört faklı disiplinin (fen, matematik, mühendislik ve teknoloji) ilişkilendirilmesi yapılıyordu. Sen modelinde STEM disiplinlerini nasıl ilişkilendirdin?

Sonda 1: Feni diğer alanlarla nasıl ilişkilendiriyorsun?
Sonda 2: Matematiği diğer üç alanla nasıl ilişkilendiriyorsun?
Sonda 3: Mühendisliği diğer üç alanla nasıl ilişkilendirdin?
Sonda 4: Teknolojiyi diğer üç alanla nasıl ilişkilendirdin?

3.Modelinde öğretmen olarak rolün nedir?

4.Modelinde öğrencilerinin nasıl rolü var?

EK 6. STEM Yansıtma Protokolü

İsim ve soyisim:

1. Bütünleşik STEM eğitimi denilince ne anlıyorsunuz? Düşüncelerinizi ifade eden modeli aşağıdaki kutucuğa çiziniz.

1. Modelinizi açıklayınız.

……
……
……
……
……
……

2. Kimya Odaklı Tasarım Temelli Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi bütünleşik STEM eğitimi modelinizi etkiledi mi? Etkilediyse nasıl etkilediğini açıklayınız. (Bütünleşik STEM öğretmen eğitimi sonrasında verilecek forma bu soru eklenecektir. Dönem başında verilecek forma bu soru eklenmeyecektir.)

……
……
……
……

EK 7. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

T.C. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN danışmanlığında Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ tarafından yürütülen "Kimya Odaklı Çevrimiçi Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mesleki Yeterliklerine Etkisi" başlıklı doktora tez projesine davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı kimya konuları bağlamında gerçekleştirilen tasarım temelli bütünleşik STEM öğretmen eğitimi boyunca fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarının ve STEM pedagojik alan bilgilerinin değişimini araştırmaktır. Bu kapsamda, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi'nde Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim görmekte olan dördüncü sınıf öğretmen adaylarının katılımı ile tasarım temelli bütünleşik STEM öğretmen eğitimi gerçekleştirilecektir. Bu uygulama, haftada 3 ders saati olacak şekilde 14 haftada toplam 42 ders saatinde tamamlanacaktır. Pandemi koşullarının devam etmesi durumunda uygulama çevrim içi ortamda gerçekleştirilecektir. Uygulama süresince sizlerle yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılacaktır ve görüşmeler sizin izin vermeniz durumunda ses kayıt cihazı ile kaydedilecektir. Ses kayıtları sadece bu araştırma kapsamında kullanılacaktır ve hiç kimse ile paylaşılmayacaktır. İlgili değerlendirmeleri yapabilmek için uygulamaların öncesinde ve sonrasında amaçlar doğrultusunda STEM Yansıtma Protokolü, STEM Farkındalık Ölçeği ve STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği'ni yanıtlamanız istenecektir. Bu uygulamalar için sizden tahminen 60 dakikanızı ayırmanız istenecektir. Araştırmaya sizin dışınızda tahminen 60 kişi katılacaktır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, içtenlikle size en uygun gelen yanıtları vermenizdir. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Çalışma kapsamında size ait olan veriler araştırmacı tarafından 3 yıl süreyle güvenilir bir ortamda saklanacak sonrasında kağıt kesme makinası ile imha edilerek geri dönüşüme kazandırılacaktır. İletişim bilgileriniz ise sadece izninize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için "ortak katılımcı havuzuna" aktarılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya esahintopalcengiz@ogr.iuc.edu.tr e-posta adresi ve 05XX XXX XX XX numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırma tamamlandığında genel/size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının**:**

Adı-Soyadı:.....

İmzası: İletişim Bilgileri: e-posta: Telefon:

İletişim bilgilerimin diğer araştırmacıların benimle iletişime geçebilmesi için "ortak araştırma havuzuna" aktarılmasını; ☐ kabul ediyorum ☐ kabul etmiyorum (lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz)

Araştırmacının
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

Şahidin:[3]
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

EK 8. İLKÖĞRETİMDE KİMYA ÖĞRETİMİ DERS İZLENCESİ

İLKÖĞRETİMDE KİMYA ÖĞRETİMİ DERS İZLENCESİ

Bahar Dönemi 2021, Seçmeli Lisans Dersi

Prof. Dr. Burçin Acar-Şeşen, bsesen@iuc.edu.tr Pazartesi 10.00- 11.30
Emine Şahin-Topalcengiz, esahintopalcengiz@ogr.iuc.edu.tr
Classroom Sınıf Kodu 22w66te
Zoom Meeting ID: 898 344 7367 Passcode: iucbas https://iuc-edu-tr.zoom.us/j/8983447367?pwd=WEduajNTcElWMFlBdVFLdkVzMm1UUT09

1. **Derse Genel Bir Bakış:**

Çağımızda bilişim teknolojileri alanındaki gelişmeler bireylerin sahip olmaları gereken bilgi ve becerilerin değişmesine neden olmuştur. Günümüz dünyasında nitelikli bireylerin 21. Yüzyıl becerileri olarak adlandırılan eleştirel düşünme, yaratıcılık, esneklik, işbirliği içinde çalışabilme, problem çözme, çok-kültürlülükle ilgili beceriler, bilişim okuryazarlığı, medya okuryazarlığı gibi becerilere sahip olmaları beklenmektedir. Bu sebeple eğitim sistemlerinde bireylerin soru sormasını, problem çözmesini, araştırmalarını ve üretmelerini, buluş yapmalarını teşvik edecek eğitimler kullanılmaktadır. STEM eğitimi de son dönemlerde ülkelerin ekonomik kaygılarına ve bireylerden beklenen becerilerin değişmesine bağlı olarak önem kazanan eğitimlerden biridir.

STEM; mühendislik tasarım sürecinin matematik ve fen eğitimi programlarına entegre edilerek, öğrencilerin günlük hayat problemlerini çözmek için gerekli bilgi ve becerileri kazanımlarının önemi üzerinde durmaktadır. STEM eğitiminin uygulayıcıları öğretmen ve öğretmen adayları olduğundan STEM eğitimiyle ilgili bilgi, beceri ve deneyimleri kazanacakları öğrenme ortamları yaratılmalıdır. Bu ders ile fen bilimleri öğretmen adaylarının kimya konuları bağlamında STEM eğitimini deneyimleri ve STEM eğitimi ile ilgili farkındalıklarının arttırılması amaçlanmıştır.

2. **Ders Akışı**

STEM eğitimi uygulamalarına kadar sizlerden derste işlenecek konuyla alakalı akademik makaleleri ve kitap bölümleri okumanız istenecektir. Akademik makaleler ve kitap bölümleri Google Classroom'da her hafta paylaşılacaktır. Yapılandırılmış özet formuna dikkate alarak sizlere verilen okumaları özetleyiniz ve Google Classroom'da ilgili ödev başlığının altına cumartesi 00:00'a kadar yükleyiniz. Yapılandırılmış özetler, oluşturulan rubrik aracılığı ile değerlendirilecektir. Özetleri değerlendirme rubriği Yapılandırılmış Özet Formunda açıklanmıştır. Dikkatlice okuyunuz.

Haftalık Ders Planı

No	Gün	Konu	Ödev
1	01.03.2021	Derse Giriş ve dersin tanıtımı	Ödev 1: Ders Planı Teslimi Ödev 2: STEM Yansıtma Protokolü Teslimi
2	08.03.2021	STEM nedir? STEM'in tarihsel gelişimi STEM okuryazarlığı nedir? 21. Yüzyıl Becerileri	Ödev: Yapılandırılmış özet şablonuna göre akademik okumalar özetlenecektir. Okuma: 21. Yüzyıl Becerileri ve Bu Becerilerin Ölçülmesinde Kullanılan Araçlar ve Yaklaşımlar (Yalçın, 2018); STEM Eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve Riskler (Altunel, 2018); STEM Eğitiminin Kuramsal Çerçevesi ve Tarihsel Gelişimi (Akgündüz, 2018)
3	15.03.2021	STEM Entegrasyonu Mühendislik, Mühendislik Tasarım Süreci	Ödev: Yapılandırılmış özet şablonuna göre akademik okumalar özetlenecektir. Padlet Ödevi: Akademik Okumalardaki İlgi Çekici Noktalar Okuma: Hayattan Mühendisliğe: Üç Boyutlu Tasarım Yönteminin Fen ve Matematik Eğitiminde Kullanımı (Purzer, Kanlıöz ve Kavacık, 2019); STEM Eğitim Yaklaşımı (Karahan, 2019); Bütünleşik STEM Eğitimi Modelleri (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019)"
4	22.03.2021	STEM Disiplinlerinin Doğası Mühendislik, Mühendislik Tasarım Süreci	Ödev 1: Yapılandırılmış özet şablonuna göre akademik okumalar özetlenecektir. Okuma: Tasarım Temelli Fen Eğitimine Yönelik Öğrenci ve Öğretmen Değerlendirmeleri: Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı Etkinliği (Bozkurt-Altan ve Karahan, 2019); STEM eğitiminde Ölçme-Değerlendirme (Çil ve Çepni, 2018); Tasarım Temelli Fen eğitimi ve Probleme Dayalı STEM Uygulamaları (Bozkurt-Altan, 2018) Ödev: Padlette STEM Eğitimi X Fen Eğitimi Karşılaştırması
5	29.03.2021	STEM eğitiminde kullanılan pedagojik yaklaşımlar, STEM Entegrasyon Modelleri	Ödev: Araştırma Ödevi

6	05.04.2021	Tasarım Temelli Öğrenme, Tasarım Temelli Öğrenme Modelleri, STEM'de Ölçme-Değerlendirme	Kimya kavramlarının seçimi Ödev: Ders Planı hazırlanacak.
7	12.04.2021	ARA SINAVLAR	
8	19.04.2021	ARA SINAVLAR	
9	26.04.2021	Kimya Odaklı STEM	Konu: Su Filtresi Tasarlama Mini Tasarım Görevi 1: Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi
10	03.05.2021	Kimya Odaklı STEM	Konu: Su Filtresi Tasarlama Ödev: Su Filtresi Tasarlama Modülünün Değerlendirilmesi Ödev: Mini Tasarım Görevi 2: Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz Ödev: Büyük Tasarım Görevi: Kızılırmak Suyu İçin Su Filtresi Tasarlıyorum Ödev: Mini Tasarım Görevi 1 Revizyon
11	10.05.2021	Kimya Odaklı STEM	Konu: Diş Macunu Üretimi Ödev: Mini Tasarım Görevi 1: Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı Ödev: Su Filtresi Tasarlama Mini Tasarım Görevi 2 ve Büyük Tasarım Görevi Revizyon
12	17.05.2021	Kimya Odaklı STEM	Konu: Diş Macunu Üretimi Mini Tasarım Görevi 2: Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisini Keşfediyoruz Ders Planlarına Geri Bildirim Verilmesi Ders Planındaki eksikliklerin geri bildirimler doğrultusunda giderilmeye başlanması Ödev: Diş Macunu Üretimi Modülünün Değerlendirilmesi Ödev: Mini Tasarım Görevi 1 Revizyon
13	24.05.2021	Kimya Odaklı STEM Öğretimi	Büyük Tasarım Görevi: Diş Macunu Üretimi Bireysel Ders Planı Hazırlama Ders Planındaki eksikliklerin geri bildirimler doğrultusunda giderilmesi. Ödev: Diş Macunu Üretimi Mini Tasarım Görevi 2 ve Büyük Tasarım Görevi Revizyon
14	31.05.2021	Kimya Odaklı STEM Öğretimi,	Bireysel Ders Planı Hazırlama

		Dönem sonu değerlendirmesi	Ders Planı eksikliklerin dönütler doğrultusunda giderilmesi. Son testler: STEM Farkındalık Ölçeği STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği STEM Yansıtma Protokolü

Dersin Değerlendirilmesi:

Vize notu; (%40)

Yapılandırılmış Özetler
Hazırlamış olduğunuz ders planları

Final notu; (%50)

Ders planlarının ve revize edilmiş ders planlarının tamamlanması
Yansıtıcı günlükler

Değerlendirme Notu; (%10)

Ölçekler vize notunuzun
Derse aktif katılım

EK 9. Yapılandırılmış Özet Formu

ADI SOYADI:
ÖĞRENCİ NUMARASI:
TARİH:

Yapılandırılmış Özet

Sevgili öğretmen adayı,

Bu ders kapsamında sizlere okumanız için kitap bölümleri ve akademik makaleler verilecektir. Bu akademik kaynaklar her hafta Google Classroom'a yüklenecektir. Her hafta size verilecek akademik makaleleri ve kitap bölümleri ile ilgili özetlerinizi cumartesi 24:00'a kadar aşağıdaki kriterleri de dikkate alarak Google Classroom'da bulunan ilgili dosyaya yükleyiniz. Yapılandırılmış özetlerinizi hazırlarken dikkat etmeniz gereken kriterler şunlardır:

Eğer size verilen okuma akademik makale ise:

1. Çalışmanın problem ve amacı belirtilmelidir.
2. Yöntem kısmında katılımcı grubunu, çalışmanın uygulama sürecini belirtiniz. Eğer bir etkinlik geliştirme makalesi ise etkinliğin geliştirilme sürecini açıklayınız.
3. Bulgular kısmında genel bulguları ve özel bulguları belirtiniz.
4. Öneriler kısmında sınıfta uygulanabilirlik kısmını tartışın.

Eğer size verilen okuma kitap bölümü ise:

1. Bölümde öğrendiğiniz anahtar kavramları açıklayınız.
2. Okuduğunuz öğrenme yaklaşımını (tasarım temelli öğrenme, probleme dayalı STEM, STEMSOS gibi) özetleyiniz.
3. Sınıf ortamında öğrendiğiniz öğrenme yaklaşımını nasıl uygularsınız. İstediğiniz bir konuyu seçerek açıklayınız.

Özetinizi hazırlarken APA kurallarını dikkate alınız.

Etik bir suç olan intihal yapmayınız. İntihal, bir kişinin eserinde başka kişilerin ifade, buluş veya düşüncelerini kaynak göstermeksizin kendisine aitmiş gibi kullanmasıdır. Başkalarına ait fikirler alıntı yapılırken, yeni cümlelerle ifade edilseler bile kaynak gösterilmesi gerekir. İntihal bir tür sahtekârlık ve hırsızlıktır. İntihal ciddi bir akademik suçtur. Cezaları öğrencilerin düşük not almasından akademik kariyerin silinmesine kadar değişebilir.

Yapılandırılmış Özet Değerlendirme Ölçütleri:

Değerlendirme Ölçütleri	**0**	**1**	**2**
Özette haftalık verilen akademik kaynaklar taranmış ve önemli konu başlıklarına yer verilmiştir.			
Özette okunan kaynaklardaki ifadeleri doğrudan çevirmek/almak yerine sentez yapılmış.			
Özette konunun önemli yerleri fark edilmiştir ve açıklanmıştır.			
APA 6 yazım kılavuzu genel yazım kurallarına uyulmuş.			
Çıkarılan özet daha sonra kullanılabilecek ya da başkaları tarafından yararlanılabilecek şekilde anlaşılabilir ve/veya okunabilir nitelikte hazırlanmıştır.			
Toplam Puan			
(2) Yeterli, (1) Kısmen yeterli, (0) Yetersiz veya eksik			

EK 10. Su Filtresi Modülü Değerlendirme

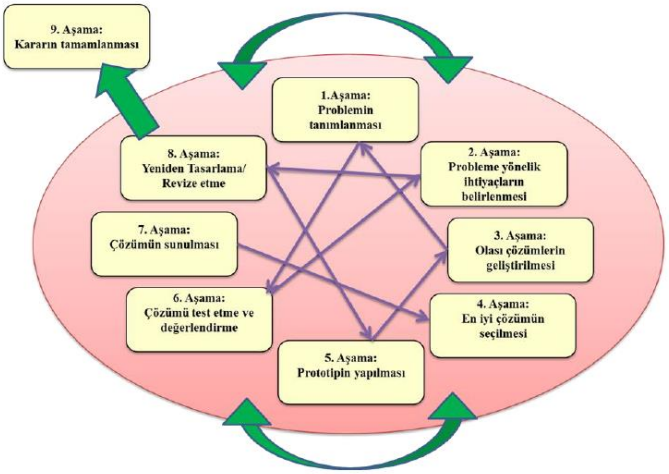
Sevgili Öğretmen Adayı,

İlköğretimde Kimya Öğretimi Dersi kapsamında ortaokul kimya kazanımlarına yönelik hazırladığımız "Su Filtresi Tasarlama" modülü kapsamında "Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi", "Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz", "Kızılırmak Suyu için Su Filtresi Tasarlıyorum" görevlerinizi tamamladınız. Su Filtresi Tasarlama modülüyle ilgili deneyimlerinizi ve görüşlerinizi paylaşmanız amacıyla aşağıda farklı sorular verilmiştir. Lütfen bu soruları samimiyetle cevaplayınız.

Soru 1: "Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi" etkinliği kapsamında sizlere verilen altı su havzasında yapılan faaliyetlerin su kalitesini nasıl etkilediğini belirlediniz. Bu süreçte zorluk yaşadınız mı? Yaşadıysanız ne tür zorluklar yaşadınız? Detaylı açıklayınız.

Soru 2: "Kızılırmak Deltasının Su Ayak İzini Belirliyoruz" etkinliği kapsamında Kızılırmak deltasının karakteristik özelliklerini ve havzanın su kalitesini değiştiren etmenleri belirlediniz. Havzanın su ayak izini belirledikten sonra Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na verilmek üzere bir eylem planı geliştirdiniz. Bu süreçte zorluk yaşadınız mı? Yaşadıysanız ne tür zorluklar yaşadınız? Detaylı açıklayınız.

Soru 4: Su filtrenizi tasarlarken kullandığınız mühendislik tasarım sürecini hatırlayalım.



Bu süreçleri takip ederken bir zorluk yaşadınız mı? Zorluk yaşadıysanız bunlar nelerdi? Açıklayınız.

Soru 5: Mühendislik tasarım temelli fen eğitime dayalı olarak hazırlanan Su Filtresi Modülündeki üç etkinliğin daha etkili olabilmesi için geliştirilmesi ya da değiştirilmesi gereken noktalar olduğunu düşünüyor musunuz? Yanıtlarınızı açıklarken etkinlikler kapsamında kazanımlar, beceriler, seçilen örnek olaylar/ problem durumları, sorular, araştırmalar, değerlendirme araçları, seçilen içerik gibi farklı faktörleri düşününüz.

Soru 6:

a. Gerçekleştirilen etkinliklerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecine dayalı olarak gerçekleştirilmesi amaçlandı. Sizce bu süreç nasıl yönetildi?

b. Sizce mühendislik tasarım temelli fen eğitimi daha iyi uygulanabilir miydi? Daha iyi uygulanması için önerileriniz nelerdir?

Soru 7: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimine dayalı gerçekleştirilen Su Filtresi modülü uygulaması ile bilgi, beceri ve tutumlarınızda bir değişiklik olduğunu düşünüyor musunuz?

a. Yanıtınız evet ise hangi bilgi, beceri ve tutumlarınızda değişiklik oldu? Açıklayınız.

b. Yanıtınız hayır ise nedeni detaylıca açıklayınız.

Soru 8: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimini Su Filtresi modülü boyunca uyguladınız. Üç etkinlik boyunca gösterdiğiniz performansınızı düşündüğünüzde zayıf ve güçlü yönleriniz nelerdi?

Güçlü Yönlerim:

Zayıf Yönlerim:

Soru 9: Su Filtresi modülü sunulduğu şekli ile ortaokul düzeyinde uygulanabilir mi?

a. Yanıtınız evet ise hangi sınıf düzeyinde nasıl uygularsınız? Açıklayınız.
b. Yanıtınız hayır ise; Su Filtresi modülünün ortaokul düzeyinde uygulanabilmesi için nasıl değişiklikler önerirsiniz?

EK 11. Diş Macunu Modülü Değerlendirme

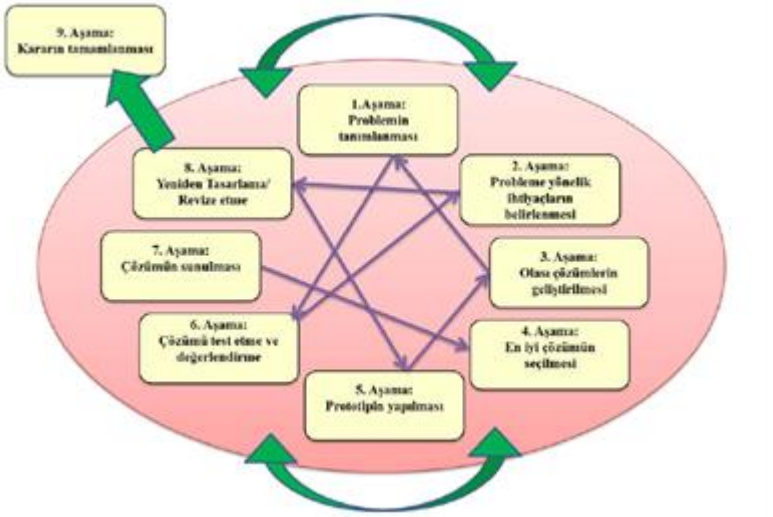
Sevgili Öğretmen Adayı,

İlköğretimde Kimya Öğretimi Dersi kapsamında ortaokul kimya kazanımlarına yönelik hazırladığımız "Diş Macunu Üretimi" modülü kapsamında "Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı", "Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisi" ve "Diş Macunu Üretimi" görevlerinizi tamamladınız. Diş Macunu Üretimi modülüyle ilgili deneyimlerinizi ve görüşlerinizi paylaşmanız amacıyla aşağıda farklı sorular verilmiştir. Lütfen bu soruları samimiyetle cevaplayınız.

Soru 1: "Dişlerin Yapısı ve Diş Sağlığı" etkinliği kapsamında dişin yapısını, diş sağlığıyla ilgili kavramları (diş çürüğü, diş plağı, demineralizasyon, remineralizasyon gibi), beslenmenin ağız sağlığına etkisini, ağız ve diş sağlığını koruma yollarını, diş macunlarının içeriklerini öğrendiniz. Bu süreçte zorluk yaşadınız mı? Yaşadıysanız ne tür zorluklar yaşadınız? Detaylı açıklayınız.

Soru 2: "Asitli İçeceklerin Diş Sağlığına Etkisi" etkinliği kapsamında asitli ve şekerli içeceklerin dişlere etkisini gösteren bir deney tasarladınız. Ayrıca karbonhidrat ve şeker ağırlıklı beslenen profesyonel sporcuların ağız- diş sağlığı ile beslenmeleri arasındaki ilişkiyi belirlediniz. Bu süreçte zorluk yaşadınız mı? Yaşadıysanız ne tür zorluklar yaşadınız? Detaylı açıklayınız.

Soru 4: Diş macununuzu üretirken kullandığınız mühendislik tasarım sürecini hatırlayalım.



Bu süreçleri takip ederken bir zorluk yaşadınız mı? Zorluk yaşadıysanız bunlar nelerdi? Açıklayınız.

Soru 5: Mühendislik tasarım temelli fen eğitime dayalı olarak hazırlanan Diş Macunu Üretimi Modülündeki üç etkinliğin daha etkili olabilmesi için geliştirilmesi ya da değiştirilmesi gereken noktalar olduğunu düşünüyor musunuz? Yanıtlarınızı açıklarken etkinlikler kapsamında kazanımlar, beceriler, seçilen örnek olaylar/ problem durumları, sorular, araştırmalar, değerlendirme araçları, seçilen içerik gibi farklı faktörleri düşününüz.

Soru 6:

a. Gerçekleştirilen etkinliklerin mühendislik tasarım temelli fen eğitimi sürecine dayalı olarak gerçekleştirilmesi amaçlandı. Sizce bu süreç nasıl yönetildi?

b. Sizce mühendislik tasarım temelli fen eğitimi daha iyi uygulanabilir miydi? Daha iyi uygulanması için önerileriniz nelerdir?

Soru 7: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimine dayalı gerçekleştirilen Diş Macunu Üretimi modülü uygulaması ile bilgi, beceri ve tutumlarınızda bir değişiklik olduğunu düşünüyor musunuz?

a. Yanıtınız evet ise hangi bilgi, beceri ve tutumlarınızda değişiklik oldu? Açıklayınız.

b. Yanıtınız hayır ise nedeni detaylıca açıklayınız.

Soru 8: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimini Diş Macunu Üretimi modülü boyunca uyguladınız. Üç etkinlik boyunca gösterdiğiniz performansınızı düşündüğünüzde zayıf ve güçlü yönleriniz nelerdi?

Güçlü Yönlerim:

Zayıf Yönlerim:

Soru 9: Diş Macunu Üretimi modülü sunulduğu şekli ile ortaokul düzeyinde uygulanabilir mi?

a. Yanıtınız evet ise hangi sınıf düzeyinde nasıl uygularsınız? Açıklayınız.
b. Yanıtınız hayır ise; Diş Macunu Üretimi modülünün ortaokul düzeyinde uygulanabilmesi için nasıl değişiklikler önerirsiniz?

EK 12. Su Filtresi Modülü

Etkinlik Adı: Su Havzalarının Su Kalitelerinin Belirlenmesi

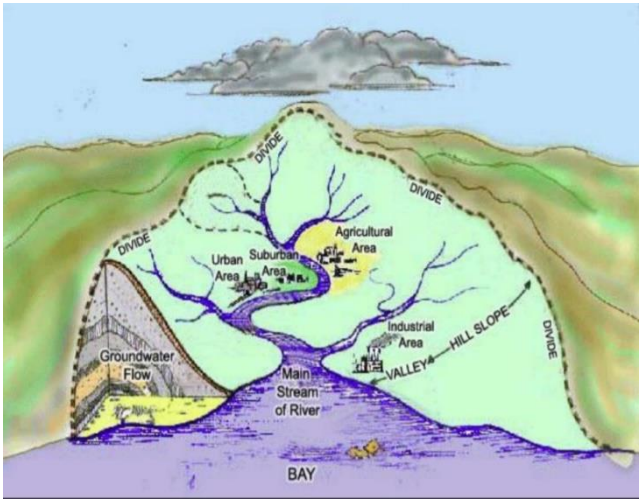
I. Havzalarla İlgili Ana Kavramlar

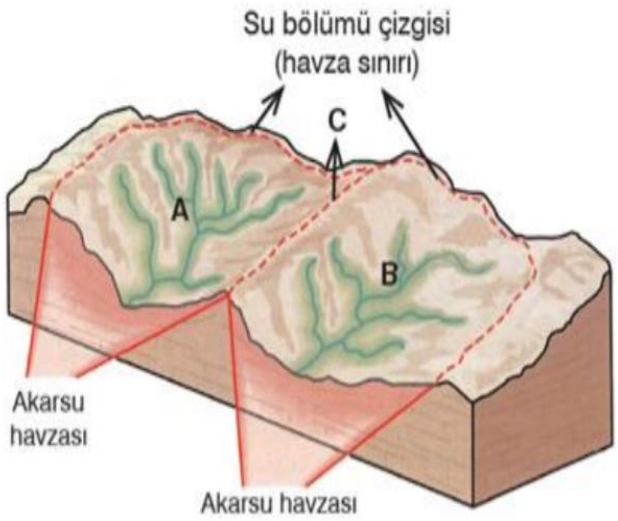


Havza nedir?

Bir akarsu tarafından parçalanan, kendine has doğal kaynakları bünyesinde barındıran, etrafı dağ ve tepelerle çevrili, suları aynı denize, ırmağa veya göle akan belirli büyüklükteki arazi parçasıdır.

Havzalar toplumların temiz su ihtiyacını karşılar. Ayrıca havzalar su kaynaklarının etkin kullanımını, korunmasını ve kontrolünü de sağlamaktadır. Havzalar bulunduğu bölgenin makro ve mikro boyuttaki meteorolojik ve biyolojik çeşitlilik özelliklerine sahiptir.





Su Ayrım Çizgisi (Hattı) Nedir?

İki komşu havzayı birbirinden ayırır. Su ayrım çizgisi dağların en yüksek noktalarından geçer.

Ana havza Nedir?

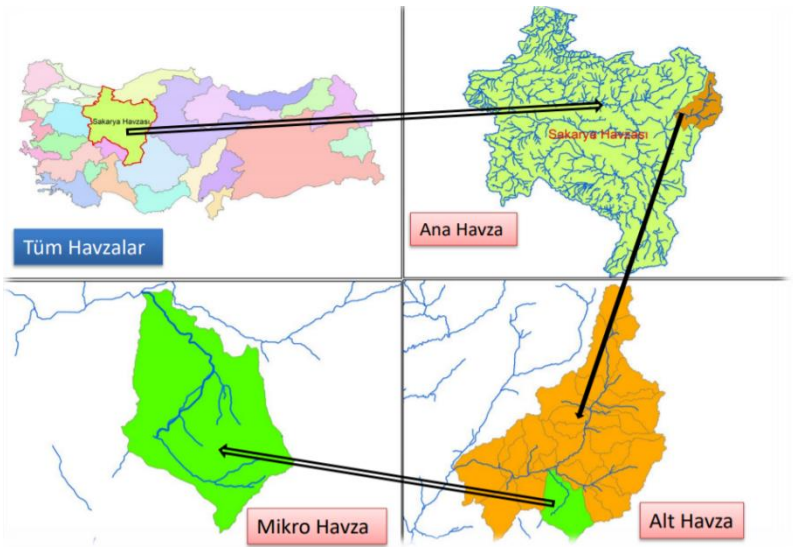
Bir akarsu tarafından ayrılan, kendine has doğal kaynakları bünyesinde barındıran, etrafı dağ ve tepelerle çevrili, suları aynı denize, ırmağa veya göle akan, belirli büyüklükteki arazi parçasıdır.Ülkemizde 25 su havzası bulunmaktadır.

Alt havza Nedir?

Ana akarsuya bağlı daha küçük akarsular için su toplama alanıdır. Ülkemizde 1848 alt havza bulunmaktadır.

Mikro havza Nedir?

Yüzey ve yüzey altı akışlarla belirli bir drenaj sistemini (ırmak, nehir veya göl) besleyen en küçük hidrolojik birimdir. Ülkemizde 14.608 adet mikro havza bulunmaktadır.

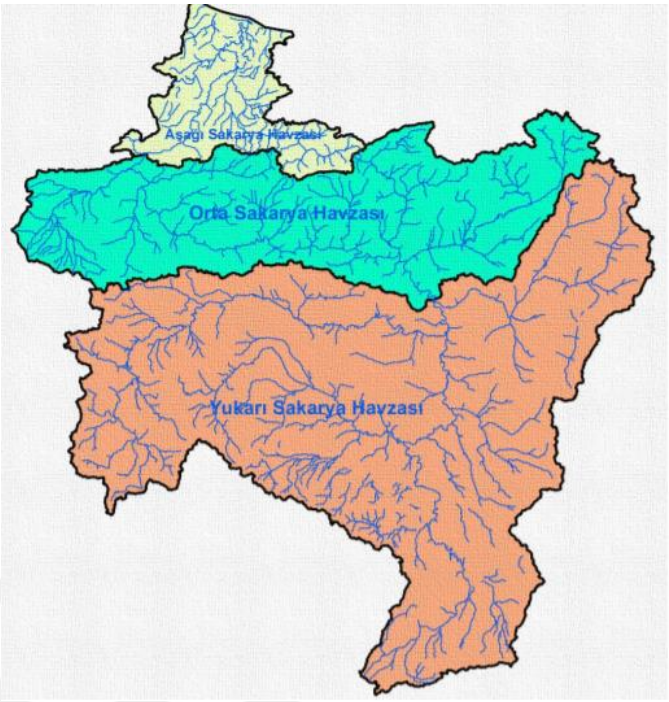


Havzanın Bölümleri

Yukarı Havza: Bir akarsu havzasının üst bölümü ve su toplama alanıdır.

Orta Havza: Yukarı havzalarda toplanan suların birleşerek ana akarsu haline geldiği orta bölüm olarak tarif edilebilir.

Aşağı Havza: Akarsu havzasında ana nehrin deniz veya göle döküldüğü alt bölümüdür.



Havzalardaki Sorunlar

- ✓ Doğal kaynakların tahribi
- ✓ Meralarda aşırı ve düzensiz otlatma
- ✓ Zayıf bitki örtüsü
- ✓ Orman alanlarından aşırı ve usulsüz faydalanma
- ✓ Erozyon
- ✓ Göçebe hayvancılık
- ✓ Dağınık yerleşim
- ✓ İnsan kaynaklarında azalma (Göç)
- ✓ Hayvansal üretimlerde düşüklük
- ✓ Tarım arazilerinin yanlış kullanılması
- ✓ Yetersiz tarım alanları
- ✓ Yetersiz su kaynakları
- ✓ Modern tarım tekniklerinin uygulanmaması
- ✓ Tarım arazilerinde yetersiz organik madde
- ✓ Sanayiden kaynaklanan tahribat ve kirlenen doğal kaynaklar
- ✓ Doğal kaynakların doğru kullanımı konusunda eğitim eksikliği
- ✓ Su Kirliliği
- ✓ Erozyon ve Sedimantasyon

2010 yılı TUİK verilerine göre ülkemizde kişi başına düşen tatlı su miktarı 3209.46 m³'tür.Bu miktarın sadece 1534.18 m³'ü kullanılabilir özelliktedir. Bu verilere dayanarak Türkiye'nin 7837.38m³ su potansiyel ortalaması ile Avrupa Birliği ülkelerinden daha alt düzeyde olduğu görülmektedir. Mevcut araştırmalar 2025 yılında ülkemizde su kıtlığı eşiğine erişileceğini göstermektedir

(Davraz, Davraz ve Şener, 2016).



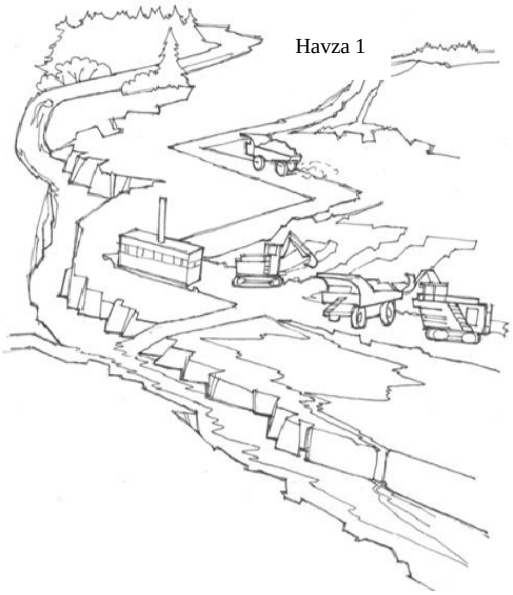
II. Havzalarla İlgili Sorular

Soru 1: Ülkemizde su kaynakları hangi amaçlarla kullanılmaktadır? Detaylıca açıklayınız.

Soru 2: Su kaynaklarının kullanılabilirliğini ve kalitesini etkileyen unsurlar nelerdir? Detaylıca açıklayınız.

Soru 3: Aşağıda altı adet su havzası verilmiştir. Bu havzalarda farklı faaliyetler yürütülmektedir. Havzalarda yapılan bu faaliyetlerin su kaynaklarının kullanılabilirliğine ve su kalitesine etkisi nasıl olabilir? (pH, bulanıklık, çözünmüş oksijen oranı, nitrat oranı gibi faktörler bazında su havzalarının su kalitelerini yorumlayınız)

Akarsu Havzası 1: Birinci havzada madencilik faaliyetleri yürütülmektedir.



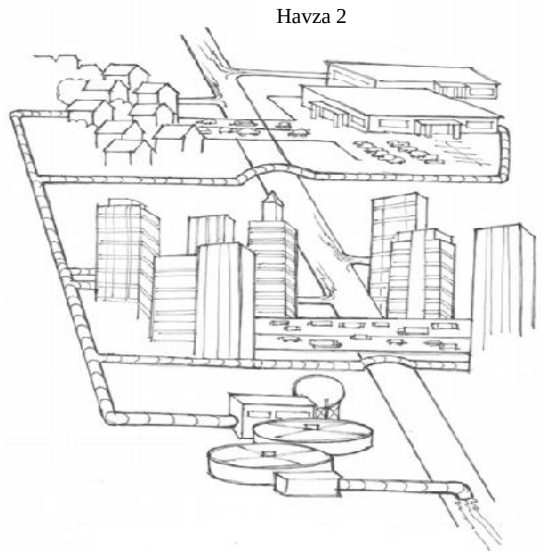
pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

Nitrat oranı:

Akarsu Havzası 2: İkinci havza bir yerleşim alanıdır ve bu yerleşim alanında ticari faaliyetlerde yürütülmektedir.



pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

Nitrat oranı:

Akarsu Havzası 3: Üçüncü havza rekreasyon alanıdır. Ayrıca havzada her gün ağaç kesimleri yapılmaktadır. Kesilen ağaçların farklı bölgelere taşınması için ihtiyaç duyulduğunda yeni yollar açılmaktadır.

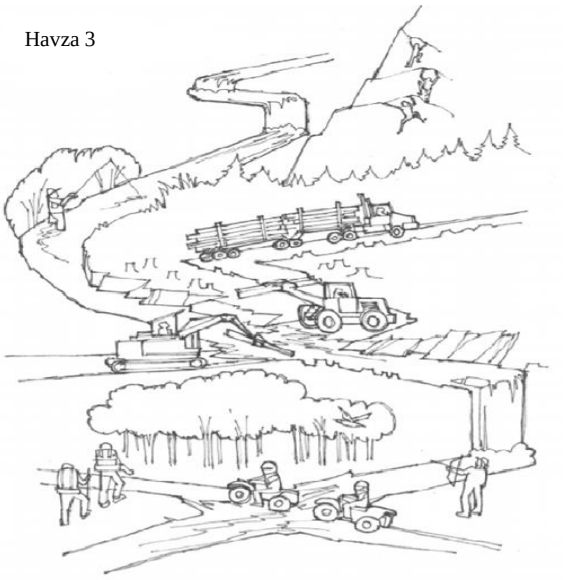
pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

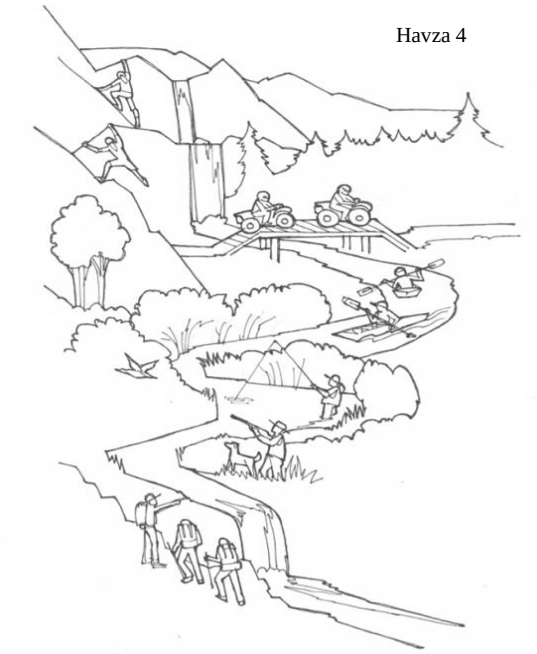
Nitrat oranı:

Havza 3



Akarsu Havzası 4: Dördüncü havza rekreasyon alanıdır.

Havza 4



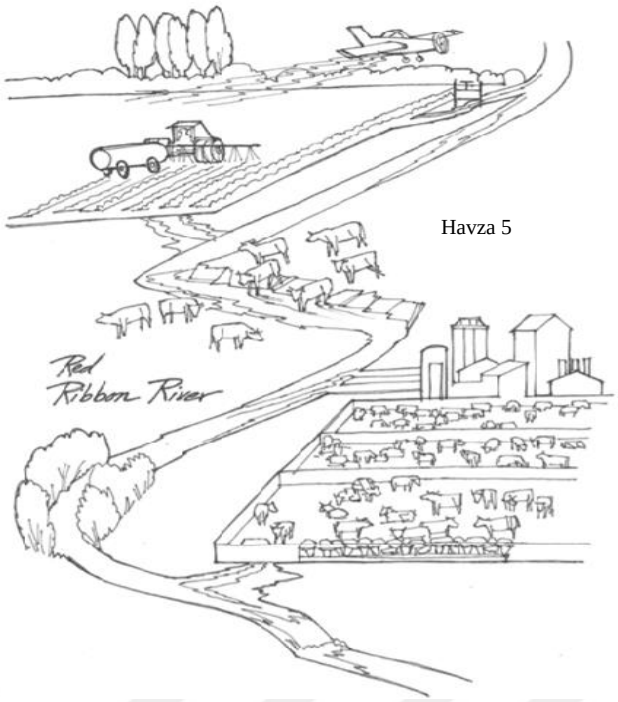
pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

Nitrat oranı:

Akarsu Havzası 5: Beşinci havzada tarım faaliyetleri, tarım ürünlerinin sulanması ve ilaçlanması faaliyetleri yapılmaktadır. Bunun yanında hayvancılıkta yapılmaktadır. Havzadaki meralarda hayvanlar otlatılmaktadır.



Havza 5

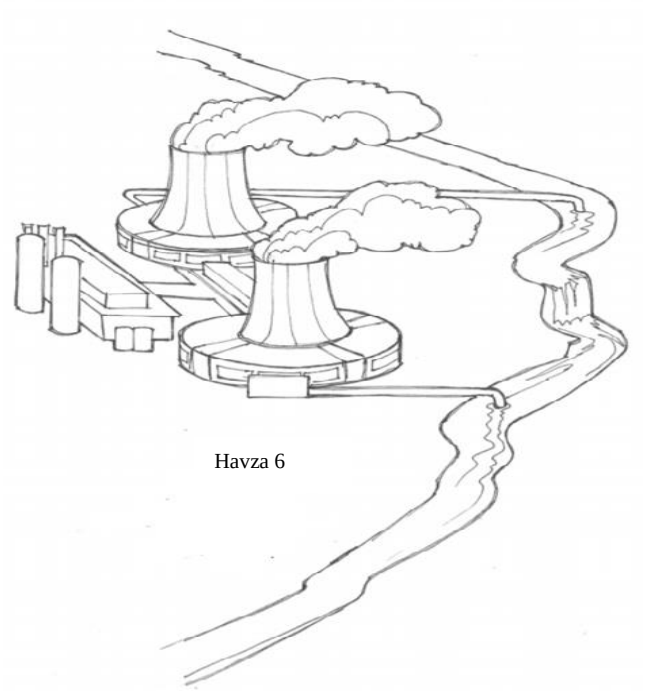
pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

Nitrat oranı:

Akarsu Havzası 6: Altınca havzada nükleer santral bulunmaktadır. Santralin soğutma sistemi için akarsu kaynağı kullanılmaktadır.


Havza 6

pH değeri:

Bulanıklık:

Çözünmüş oksijen oranı:

Nitrat oranı:

Soru 4: Akarsu havzası 1,2,3,4,5, ve 6'dan alınan su örneklerinde tespit edilen pH, bulanıklık, çözünmüş oksijen oranı, nitrat oranı değerleri aşağıda verilmiştir. Akarsu havzalarının su kalitelerini su kalite parametrelerini göz önünde bulundurarak değerlendiriniz.

Akarsu Havzası	Değerler				
	Sıcaklık °C	pH	Bulanıklık	Çözünmüş Oksijen Oranı	Nitrat
Akarsu Havzası 1	18	4	28 NTUs	7.5 mg/lt	0.1 mg/lt
Akarsu Havzası 2	21	7	24 NTUs	6 mg/lt	1.5 mg/lt
Akarsu Havzası 3	22	7	29 NTUs	5.5 mg/lt	0.1 mg/lt
Akarsu Havzası 4	25	6.5	60 NTUs	5.5 mg/lt	0.1 mg/lt
Akarsu Havzası 5	21	7	24 NTUs	5.5 mg/lt	1.5mg/lt
Akarsu Havzası 6	16	7.5	40 NTUs	8.5 mg/lt	0.1 mg/lt

Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Parametreleri

Su Kalite Parametreleri	I	II	III	IV
Sıcaklık (0°C)	25	25	30	30
pH	6. 5-8. 5	6. 5-8. 5	6. 0-9. 0	6. 0-9. 0 dışında
Çözünmüş Oksijen (mg O2/l)	8	6	3	3
Nitrat Azotu (mg NO_2"-N/1)	0. 002	0. 01	0. 05	0. 05

1. Yüksek kaliteli sular (I. Sınıf)

a. Yanlız dezenfeksiyon ile içme suyu olarak

b. Rekreasyonal amaçlar için (yüzme gibi vücut teması gerektirenler)

c. Alabalık üretimi

d. Hayvan üretimi ve çiftlik İhtiyacı

2. Az kirlenmiş sular (H. Sınıf)

a. îleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak

b. Rekreasyonal amaçlar için

c. Balık üretimi (Alabalık hariç)

d. Sulama suyu olarak

e. I. Sınıf sular dışında kalan diğer kullanımlar içinm

3. Kirlenmiş sular (m. Sınıf)

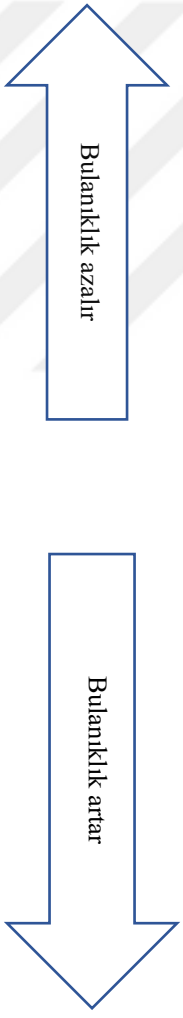
Gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra sanayide kullanılabilir.

4. Çok kirlenmiş sular (IV. Sınıf)

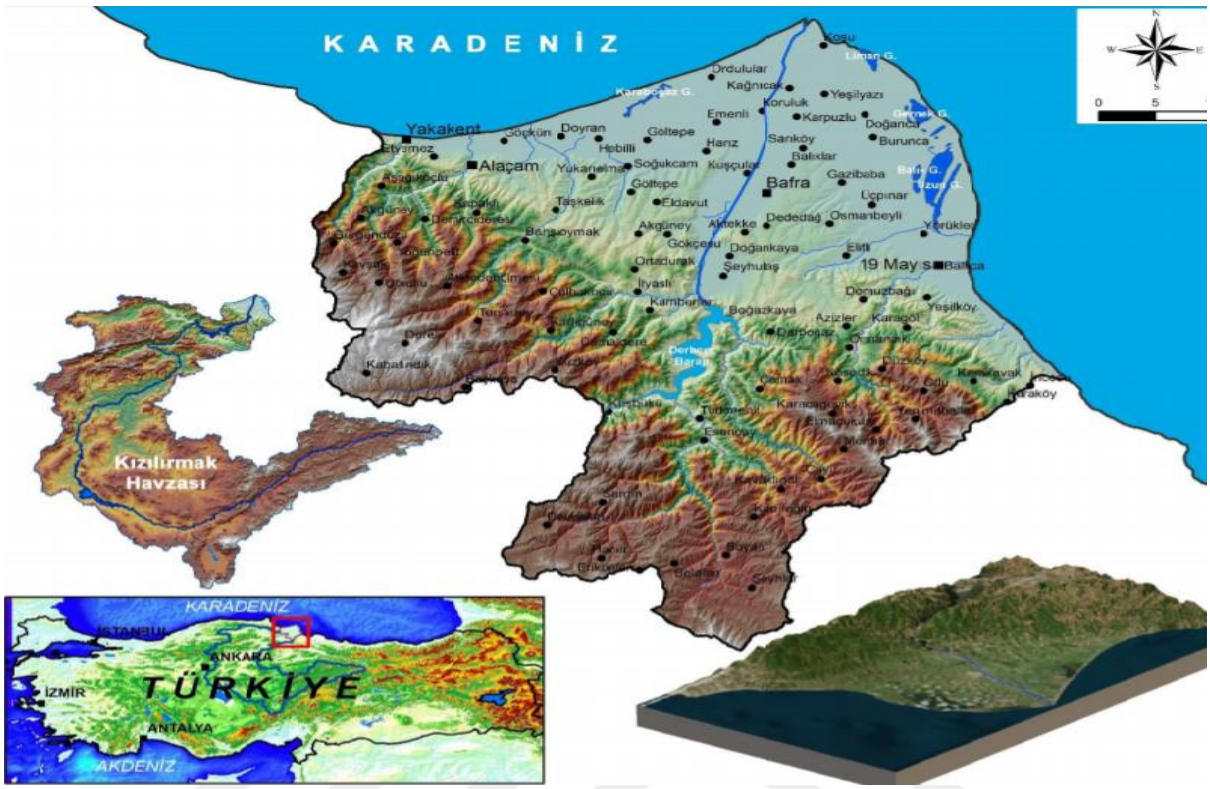
Yukarıda açıklanan sular dışında kalan kalite olarak düşük kalitedeki sulardır**.**

Bulanıklık düzeyi;

NTUs
>240
240
185
150
120
100
90
65
50
40
35
30
27
24
21
19
17
15
14
13
12
11
10
9
8
6



ETKİNLİK ADI: KIZILIRMAK DELTASININ SU AYAK İZİNİ BELİRLİYORUZ



25 nehir havzasına bölünmüş olan ülkemiz su açısın dünyanın yarı-kurak bölgesinde bulunmaktadır. Ülkemizde yağış rejimleri mevsimlere ve bölgelere göre farklılık gösterdiğinden özellikle batı illerinde yazın yüzey sularında kayıplar yaşanmaktadır. Sıcaklık artışlarına bağlı olarak ülkemizde 2015-2100 yılları arasında güney enlemlerinden başlayarak kuzeye doğru sıcaklık artışlarının olması beklenmektedir. Artan sıcaklıklar karla kaplı gün sayısının azalmasına ve karın erken erimesine sebep olacak bu durumda su miktarının azalmasına sebep olacaktır. Kızılırmak havzasında da 2015-2100 yılları arasında ortalama sıcaklı değerlerinde sürekli bir artış beklenmektedir.1971-2000 yılları arası sıcaklık artış ortalaması 10,3^{o}C olan iken, 2071-2100 döneminde en az 1,8°C, en fazla 5,1 ^{o}C civarında artış yaşanması beklenmektedir. Bu dönem için sıcaklık artışlarının havzanın güney ve kuzeybatı kesimlerinde daha baskın olması beklenmektedir. 1971-2000 yılları verilerine göre havzanın ortalama yıllık yağış miktarı 448,7 mm olarak belirlenmiştir. Bu havzanın ortalama brüt su potansiyeli 8.011 milyon m3/yıl olarak belirlenmiştir. İklim değişikliğine bağlı olarak bu oranın 2041-2070 döneminde %60'lara varan oranda azalması beklenmektedir. Bu dönemde su miktarının toplam su ihtiyacını karşılamayacağı, su açığının yaklaşık 2.160 milyon m3 /yıl olması beklenmektedir. Bu sebeple Kızılırmak deltasının ve Kuş Cennetinin korunması, gelecek nesillere aktarılması önemlidir.

I. KIZILIRMAK DELTASI VE KUŞ CENNETİ'NİN ALANININ TANIMLANMASI VE MEVCUT DURUMUNUN ANALİZİ

Kızılırmak Deltası ve Kuş Cenneti biyolojik çeşitlilik, balıkçılık, bitkisel ve hayvansal üretim açısından hem ülkemiz hem de tüm dünya için önem arz etmektedir. Deltada 356 adet kuş türü, 42 adet memeli türü, 35 adet balık türü, 13 adet sürüngen türü, 12 adet amfibi ve deltanın simgelerinden olan manda ve yılkı atı gibi canlı türler bulunmaktadır. Ayrıca delta deniz, ırmak, göl, sazlık, bataklık, çayır, mera, kumul ve tarım alanları gibi farklı yaşam alanlarını da içinde barındırmaktadır. Bunun yanında yöre halkı deltada tarım, sazcılık, balıkçılık ve hayvancılıkta yapmaktadır. Kızılırmak Deltası UNESCO Dünya Geçiçi Miras Listesi'nde de yer almaktadır. Deltanın ülkemiz için olan ekonomik ve ekolojik önemi ile uluslararası düzeydeki önemi göz önüne alındığında Kızılırmak Deltası ve Kuş Cenneti'nin sahip olduğu bu ekosistem çeşitliliği ve sulak alanların hem doğal yapısının korunması hem de ekolojik dengesinin korunması ve geliştirilmesi önem arz etmektedir. Ülkemiz bütün sulak alanların doğal yapısının ve ekolojik dengesinin korunması, geliştirilmesi ve yönetilmesi ile ilgili düzenlemeyi 1994 yılında Ramsar Sözleşmesi'ni imzalayarak taahhüt etmiştir. Sulak alanların ekosistemlerinde değişimlere yol açan farklı tehditler (kanalizasyon, tarım kökenli kirleticiler, endüstriyel atıklar gibi) bulunmaktadır. Taraf olduğumuz sözleşme gereği de deltanın farklı tehditlere karşı sahip olduğu bu hassas ekosistemlerinin korunması gerekmektedir. Bu doğrultuda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından deltanın su ayak izinin çıkarılması istenmektedir. Ekibinizde bulunan ziraat mühendisi, çevre mühendisi, biyolog ve jeoloji mühendisiyle birlikte çalışarak Kızılırmak Deltası'nın su ayak izini belirleyiniz. Delta için geliştireceğiniz su kaynaklarını koruma eylem planınızı bir poster olarak belediye ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile paylaşınız.

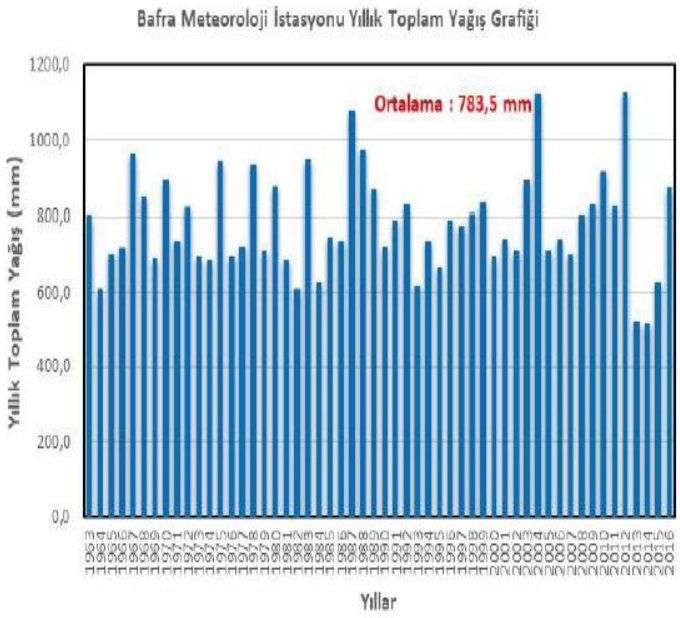
Soru 1: Deltanın coğrafi konumunu, bulundurduğu farklı habitat türlerini ve su kaynaklarını belirleyiniz.

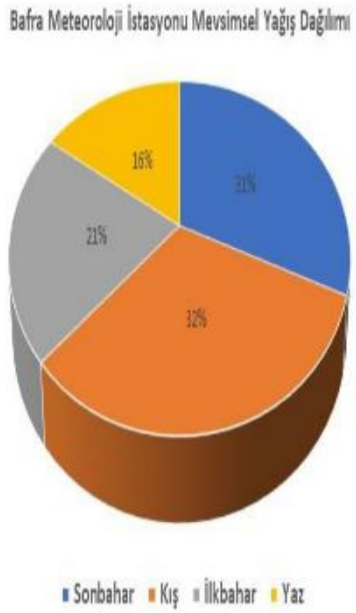
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

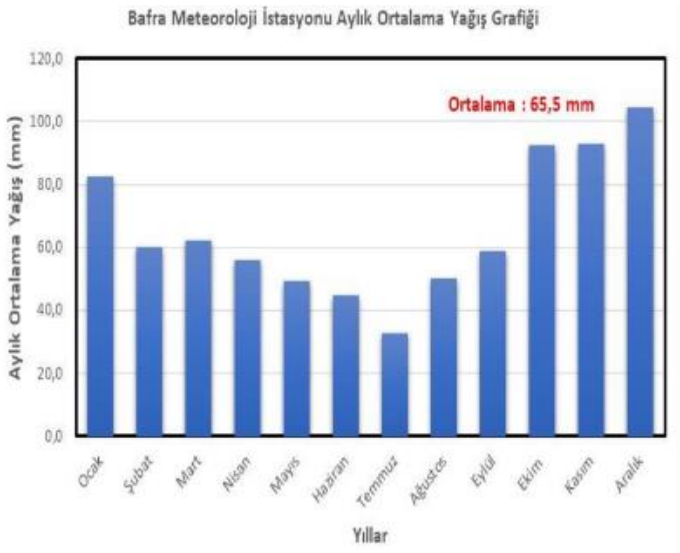
Soru 2: Bafra, Samsun Bölge ve Alaçam meteoroloji istasyonlarından yağış miktarı (yıllık toplam yağış miktarı, aylık ortalama yağı ve mevsimsel yağış), sıcaklık (yıllık ortalama sıcaklık, aylık ortalama sıcaklık ve mevsimlere göre ortalama sıcaklık) ve kuraklık analizi ilgili meteorolojik veriler alınmıştır. Bu meteorolojik verileri kullanarak deltanın iklimsel özelliklerini açıklayınız.

Bafra Meteoroloji İstasyonu Verileri

Yağış Verileri:







.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

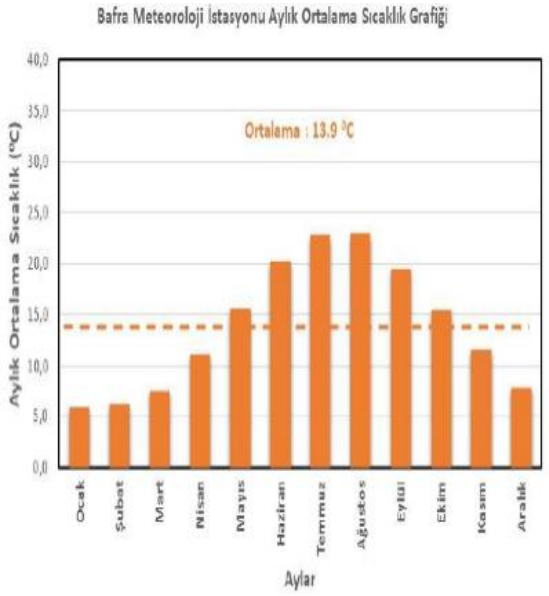
.....

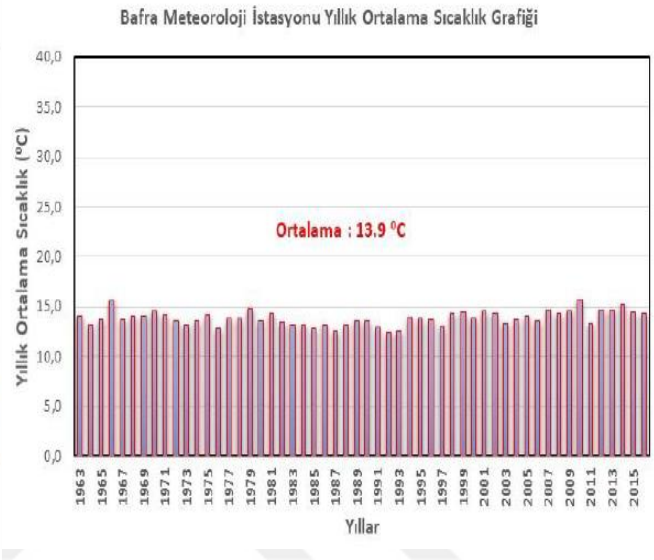
.....

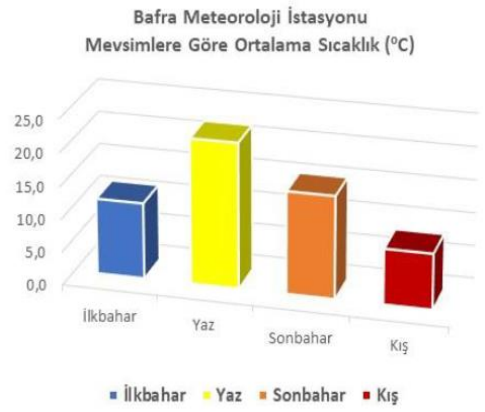
.....

.....

Sıcaklık Verileri:







.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

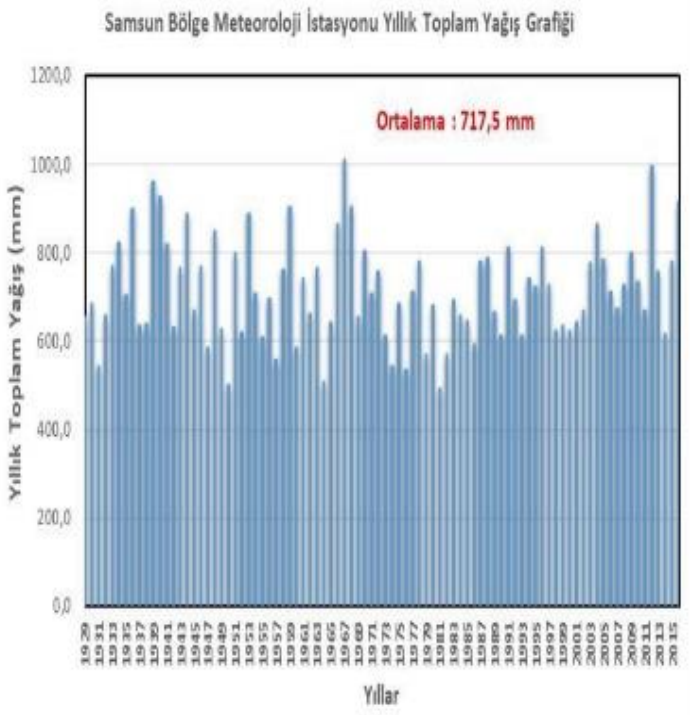
.....

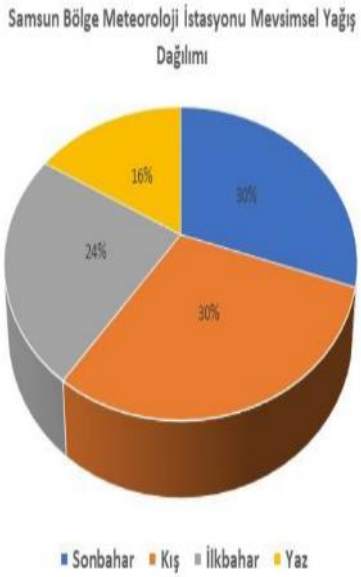
.....

.....

Samsun Bölge Meteoroloji İstasyonu Verileri

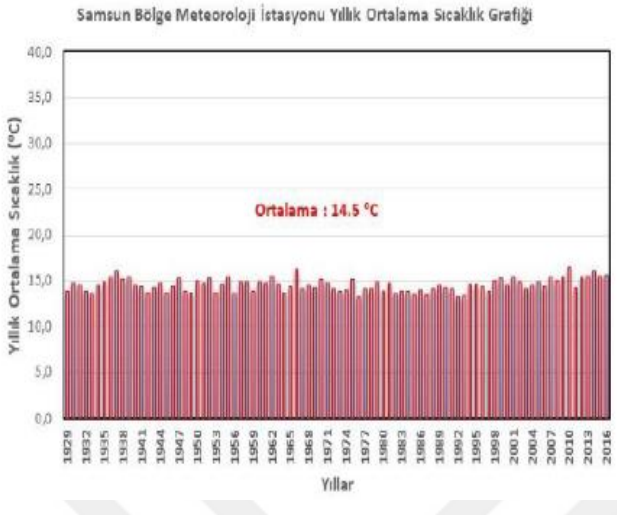
Yağış Verileri:

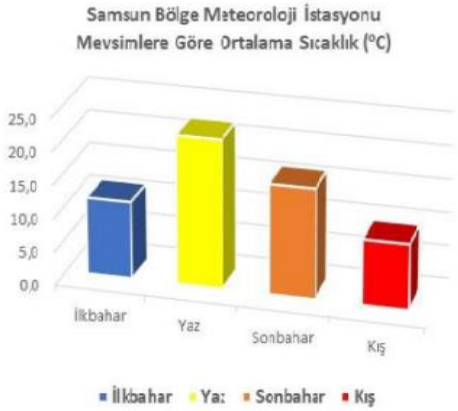


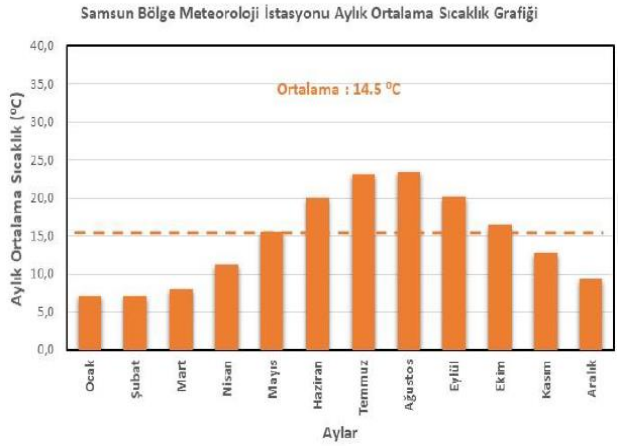



Samsun Bölge Meteoroloji İstasyonu Aylık Ortalama Yağış Grafiği
Ortalama : 60,0 mm
Aylık Ortalama Yağış (mm)
90,0
80,0
70,0
60,0
50,0
40,0
30,0
20,0
10,0
0,0
Ocak
Şubat
Mart
Nisan
Mayıs
Haziran
Temmuz
Ağustos
Eylül
Ekim
Kasım
Aralık
Yıllar

Sıcaklık Verileri:







.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

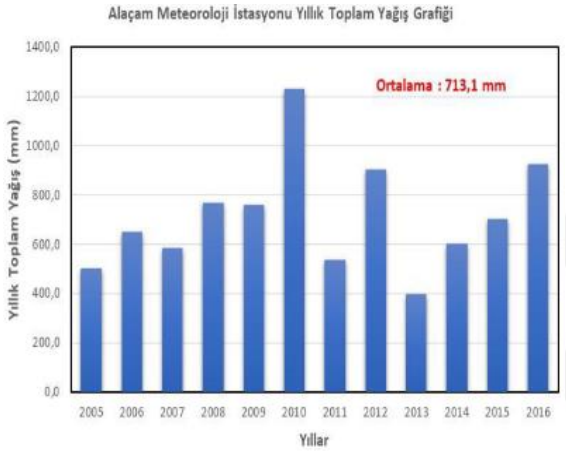
.....

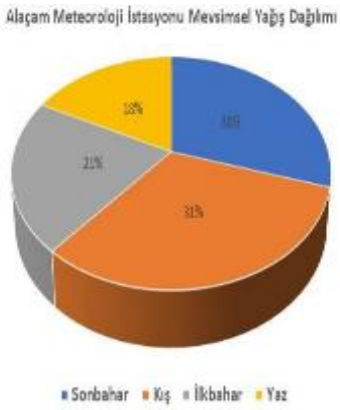
.....

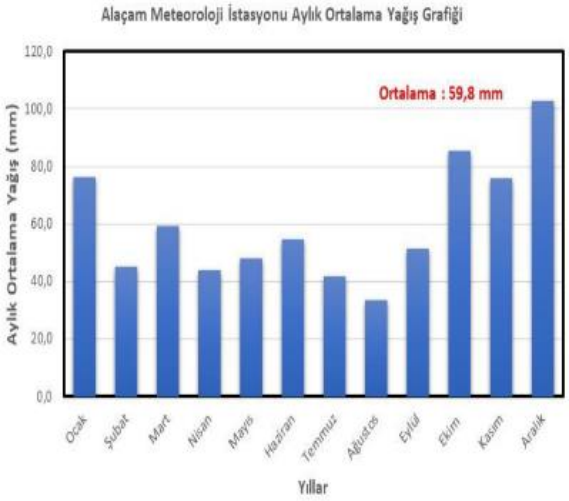
.....

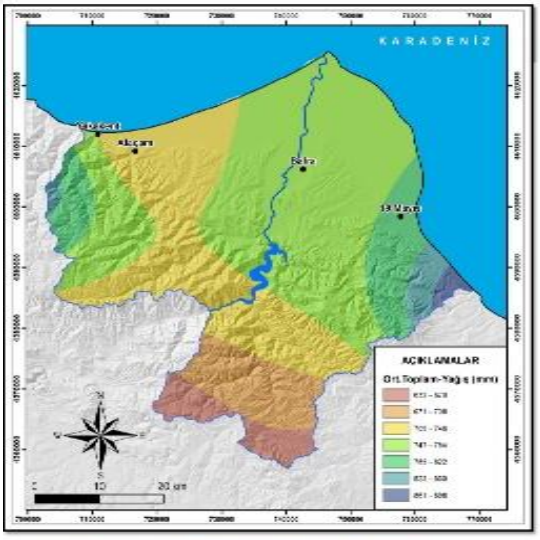
Alaçam Meteoroloji İstasyonu Verileri:

Yağış Verileri:









Bafra havzasının ait ortalama toplam yıllık yağış dağılım haritası

.....

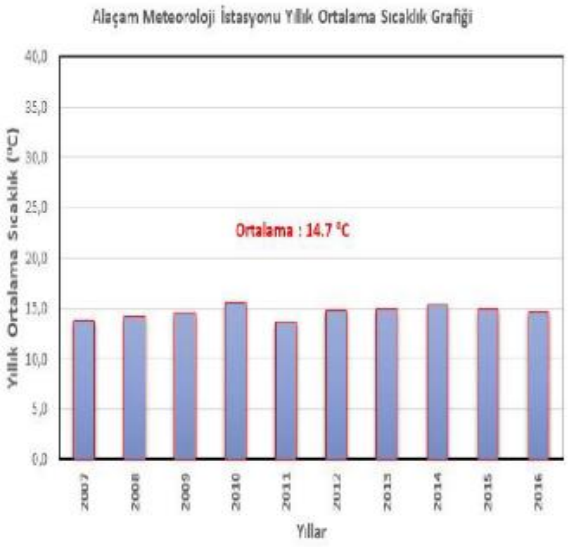
.....

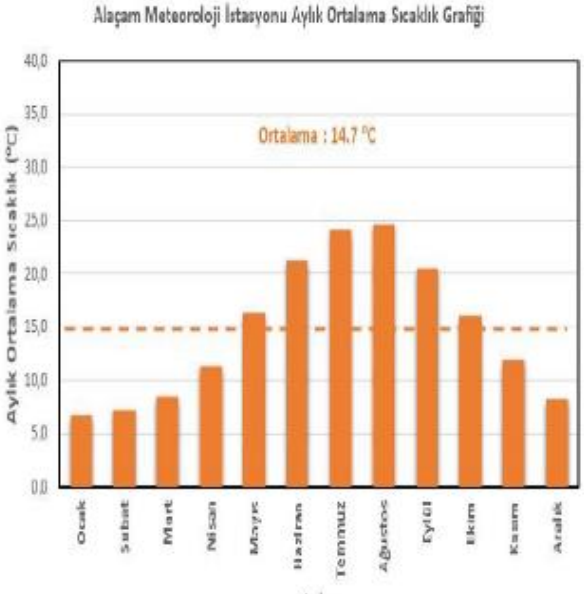
.....

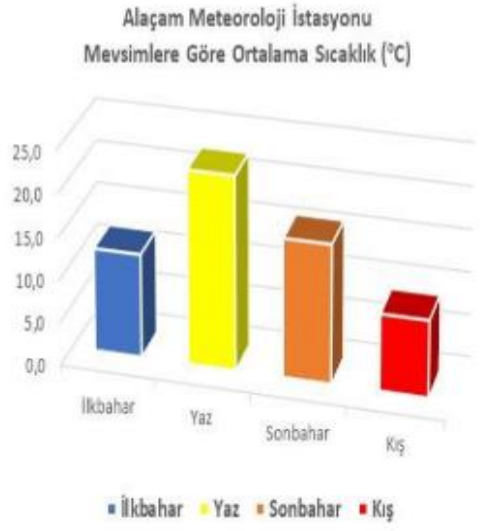
.....

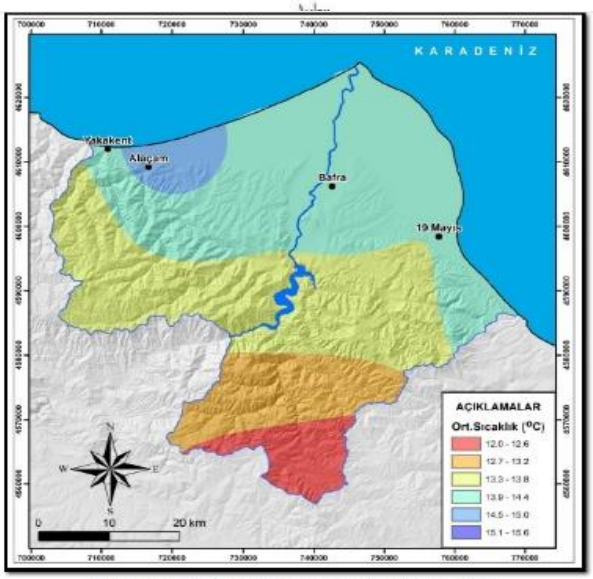
.....

Sıcaklık Verileri:









Kızılırmak Deltası'na ait ortalama sıcaklık dağılım haritası

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

……

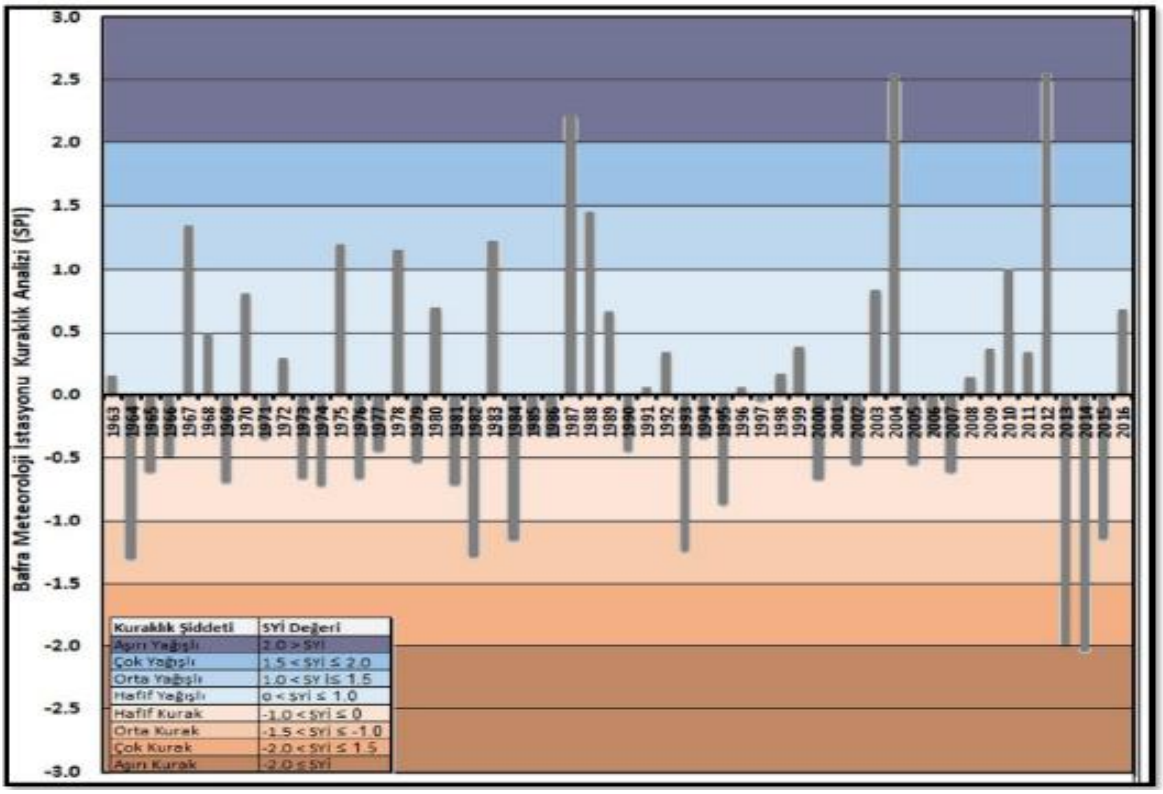
……

……

……

Kuraklık Analizi:

Bafra



……

……

……

……

……

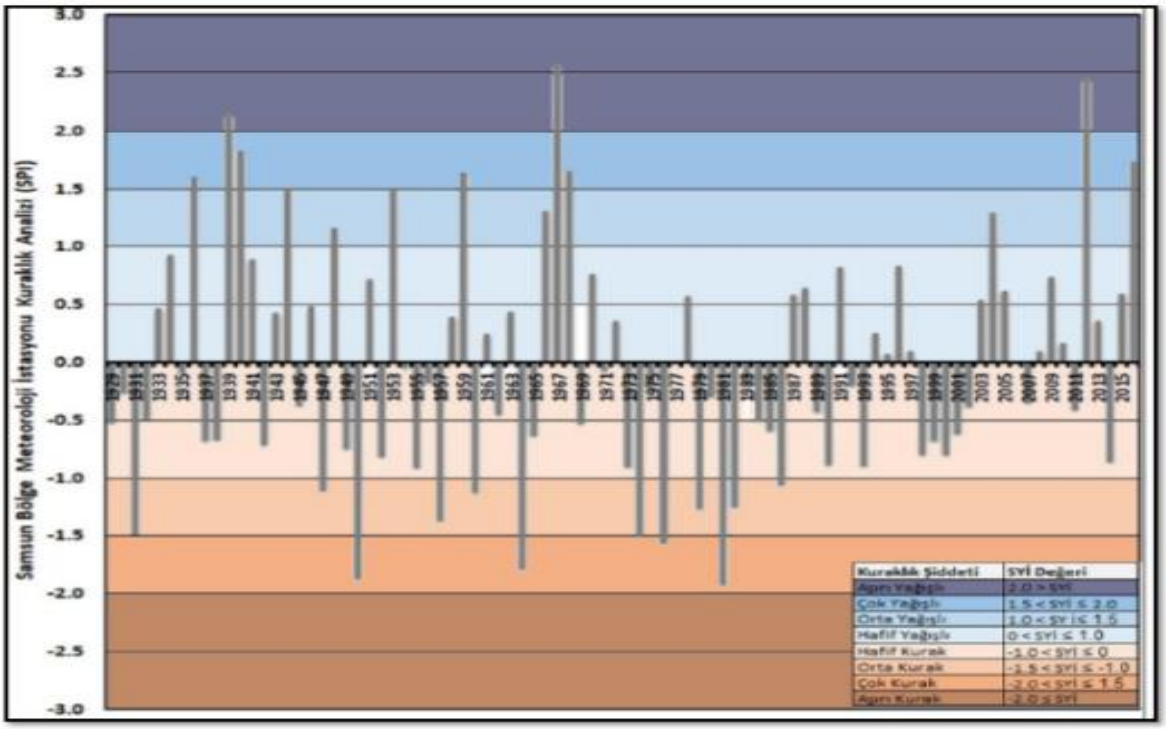
……

……

……

……

Samsun Bölge:



.....

.....

.....

.....

.....

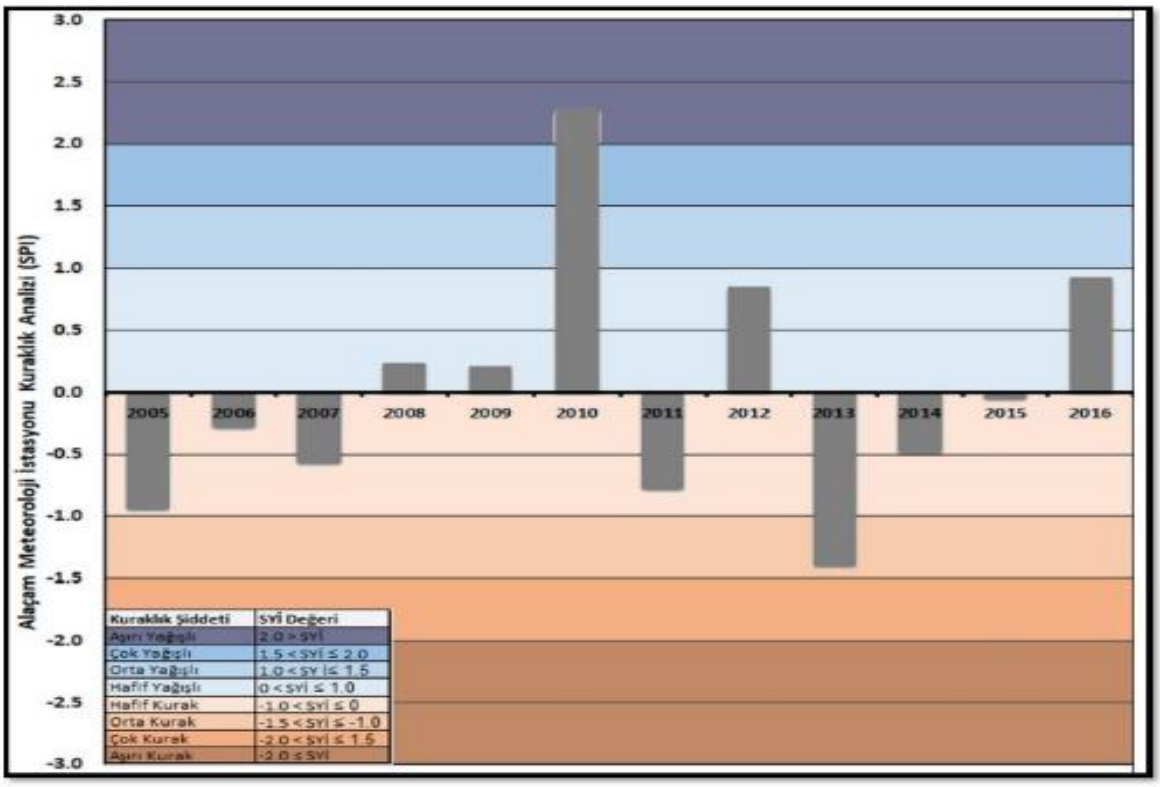
.....

.....

.....

.....

Alaçam:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Soru 3: Deltanın jeolojik özelliklerini açıklayınız. Toprak yapısı toplam su miktarını nasıl etkilemektedir?

.....

.....

.....

.....

Soru 4: Deltada bulunan akarsu, su kaynakları ve kanallar nelerdir? Detaylıca açıklayınız.

Soru 5: Deltada bulunan akarsu, su kaynakları ve kanallarda bulunan toplam su miktarı yörenin ikliminden nasıl etkilenmektedir? Bafra, Samsun ve Alaçam meteoroloji istasyonlarından alınan meteorolojik verileri de göz önünde bulundurarak detaylıca açıklayınız.

.....
.....

Soru 6: Deltada beklenen sıcaklık anormallikleri Bafra, Samsun ve Alaçam meteoroloji istasyonları tarafından modellenmiştir Bekledikleri sıcaklık değişimleri de aşağıdaki tabloda verilmiştir. Meteoroloji istasyonlarının oluşturdukları bu veriyi göz önünde bulundurarak önümüzdeki yıllarda Kızılırmak deltasında bulunan akarsu, su kanalları ve su kaynaklarında meydana gelebilecek olası toplam su miktarı değişimi nasıl olacaktır? Detaylıca açıklayınız.

Peryot	Olası Senaryo 1	Olası Senaryo 2
2015-2020	1.3	0.4
2021-2030	1.7	0.8
2031-2040	2.0	1.2
2041-2050	2.3	1.1
2051-2060	2.6	1.6
2061-2070	2.9	1.6

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

II. DELTANIN SU KAYNAKLARININ KULLANIM ALANLARI

Soru 7: Deltada bulunan akarsu, su kaynakları ve kanallar hangi amaçlarla kullanılmaktadır? Kullanım alanlarında ne kadar suya ihtiyaç duyulmaktadır? Detaylıca açıklayınız.

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

Soru 8: Kızılırmak Deltası'nın tarım ve tarım dışı arazilerin mevcut alan büyüklükleri aşağıda verilmiştir.

İlçe	Tarım Alanı (ha)	Orman ve Fundalık (ha)	Çayır ve Mera (ha)	Tarım dışı Arazi (ha)
Alaçam	22.521	18.121	1.822	1.336
Bafra	67.787	55.623	1.797	29.793
Ondokuzmayıs	11.670	8.743	285	3.802

(Kaynak: TÜİK, 2017)

Deltada tahıllar üretimi, sebze ve meyvecilik, içecek ve baharat bitkileri yetiştirilmektedir. Yetiştirilen ürün miktarları aşağıda verilmiştir.

Ürün Adı	Bafra		Alaçam		Ondokuzmayıs	
	Üretim (Ton)	Verim (kg/da)	Üretim (Ton)	Verim (kg/da)	Üretim (Ton)	Verim (kg/da)
Lahana (Kırmızı)	110250	110250	110250	110250	110250	110250
Lahana (Beyaz)	96000	96000	96000	96000	96000	96000
Karpuz	84000	84000	84000	84000	84000	84000
Kavun	34200	34200	34200	34200	-	-
Biber (Salçalık,Kapya)	92400	92400	92400	92400	92400	92400
Domates (Sofralık)	14279	14279	14279	14279	14279	14279
Pırasa	17500	17500	17500	17500	17500	17500
Buğday (Durum Buğdayı Hariç)	66741	66741	66741	66741	66741	66741
Çeltik	97291	97291	97291	97291	97291	97291
Mısır	14763	14763	14763	14763	14763	14763
Mısır (Slaj)	195575	195575	195575	195575	195575	195575

(Kaynak: TÜİK, 2017)

Yetiştirilen ürün miktarları göz önüne alındığında bu ürünlerinin yetiştirilme süreci su kalitesini nasıl etkilemektedir? Detaylıca açıklayınız.

Soru 9: Deltada üretimi en fazla yapılan ürün çeltiktir. Çeltik üretim alanları her yıl yaklaşık % 5- 10 oranlarında artmaktadır. 2017 yılı itibari ile % 65-75 olan bu oranın 2023 yılında % 75-85'e çıkacağı tahmin edilmektedir. Artan çeltik üretimi bölgenin su kaynaklarını nasıl etkileyecektir? Açıklayınız.

Soru 10: Kızılırmak Deltasında yöre halkının önemli geçim kaynaklarından biri de hayvancılıktır. Yörede beslenen hayvan sayıları aşağıda verilmiştir. Beslenen hayvan sayıları göz önüne alındığında hayvan besiliği su kaynaklarının su kalitesini nasıl etkilemektedir? Açıklayınız.

İlçe Adı	Hayvan Adı	Sayı
Alaçam	Sığır	19563
	Keçi(Kıl)	655
	Koyun (Yerli)	14879
	Manda	10241
Bafra	Sığır	43600
	Keçi(Kıl)	6300
	Koyun (Yerli)	32600
	Manda	7137
Ondokuzmayıs	Sığır	9906
	Keçi(Kıl)	108
	Koyun (Yerli)	3038
	Manda	1255

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

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

Soru 11: Kızılırmak deltasında sazlar farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Geleneksel fırınlarda yakacak olarak kullanılırken, hayvan barınaklarının çatılarını örtmede, ahırlarda zemini örtmede, hasır ve sepet yapmada kullanılmaktadır. Deltada yıllara göre kesilen saz miktarı değişmektedir. Aşağıdaki tabloda yıllara göre değişen kesilen saz miktarı verilmiştir.

Yıl	Kesilen Toplam Miktar (Bağ olarak)
2013-2014	200.000
2014-2015	130.000
2015-2016	17.000
2016-2017	5.000

Bu miktarlar göz önünde alındığında saz kesimi su kaynaklarının su kalitesini ve biyolojik çeşitliliği nasıl etkilemektedir? Açıklayınız.

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

III. DELTAYI KORUMA EYLEM PLANI

Soru 12: Kızılırmak deltasında yapılan farklı faaliyetleri (hayvan besiciliği, saz kesimi, tarım gibi) düşünerek yer altı ve yer üstü su kaynaklarını korumak için bir eylem planı geliştiriniz? Yer altı ve yer üstü su kaynaklarını korumak için alınması gereken tedbirler nelerdir? Eylem planınızı grup arkadaşlarınızla beraber belediye ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na sunmak üzere bir poster olarak hazırlayınız. Posterinizi sununuz.

POSTER VE POSTER SUNUMU

IV. DEĞERLENDİRME

Mühendisler profesyonel meslek yaşamlarında bir grup içinde çok sayıda insanla çalışırlar. Bu nedenle mühendislikte iş birliği içinde çalışabilmenin önemli bir yeri vardır. Sizlerde ekibinizde bulunan diğer mühendislerin birlikte çalışabilme becerilerini aşağıdaki tabloda değerlendiriniz.

Aşağıdaki tabloda dikey sütununda arkadaşlarının isimleri (mühendislik alanı), yatay sütunda ise birlikte çalışırken yaptıklarınız bulunmaktadır. Ekip arkadaşlarınızı tabloda belirtilen davranışlarla ilgili değerlendirirken **zayıf** bulduğunuz davranışlara **1 puan**, **orta** düzeyde bulduğunuz davranışlara **2 puan**, **iyi** düzeyde bulduğunuz davranışlara **3 puan**, **mükemmel** olduğunu düşündüğünüz davranışlara ise **4 puan** veriniz.

Öğretmen Adayı Sözlü İletişim Becerileri Değerlendirme Rubriği

	Davranış					
Grup Arkadaşının Adı ve Soyadı (Mühendislik alanı)	Birlikte araştırma yaptık.	Araştırma yaparken bizle iletişim kurdu.	Araştırma süresini iyi kullandı.	Benim ve diğer arkadaşlarımın görüşlerini dinledi	Konuyla ilgili yaptığımız tartışmalara katıldı.	Toplam Puan …/16
ZİRAAT MÜHENDİSİ						
ÇEVRE MÜHENDİSİ						
BİYOLOG						
JEOLOJİ MÜHENDİSİ						

ÖLÇÜT	ZAYIF (1 Puan)	GELİŞTİRİLMELİ (2 Puan)	YETERLİ (3 Puan)	ÜST DÜZEYDE (4 Puan)	PUAN
Konuya Hakimiyet	Konuyla ilgili bilgisi çok azdır. Konuyla ilgili kavram ve bilimsel bilgilerin çoğu ilişkilendirilmemiştir. Konuyla ilgisi olmayan kavram ve bilimsel bilgileri kullanmıştır.	Konuyla ilgili kavram ve bilimsel bilgileri kabul edilebilir derecede bilmektedir, fakat yeterli düzeyde bilmemektedir. Konuyla ilgili yer yer yanlış kavramlaştırmalar, eksiklikler, uygun olmayan ilişkilendirmeler mevcuttur.	Konuyla ilgili kavram ve bilimsel bilgileri yeterli derecede anlamlandırmıştır ve açıklamıştır.	Konuyla ilgili kavram ve bilimsel bilgileri anlamlandırmış, detaylı bir şekilde açıklamıştır.	..

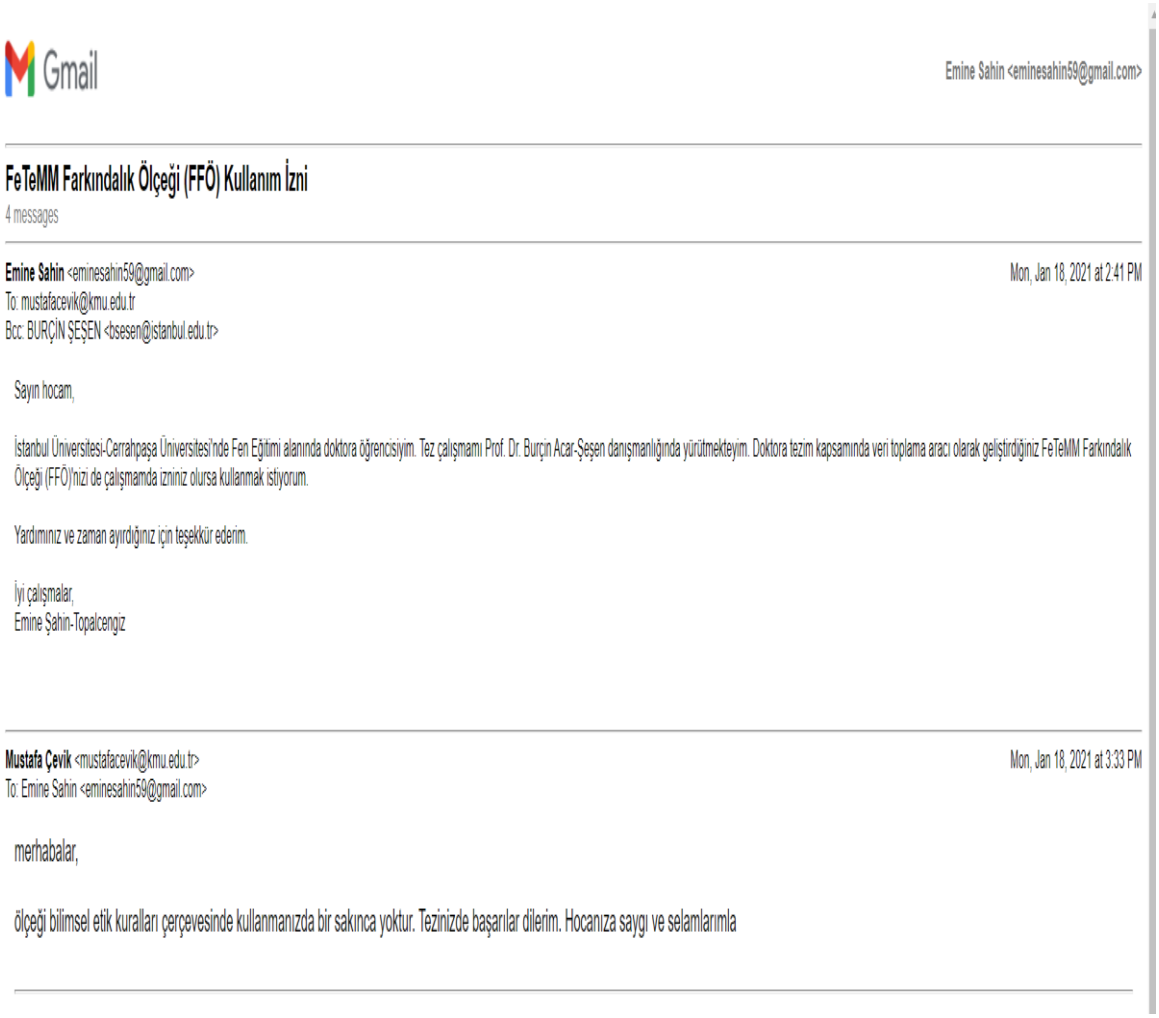
Dil Kullanımı	*Kullanılan dil çoğu zaman anlamayı zorlaştırıyor*	*Kullanılan dilden kaynaklanan bazı anlam kaymaları/anlamayı zorlaştıran net olmayan ifadeler kullanılmıştır.*	*Kullanılan dil net ve anlaşılırdır.*	*Açık, anlaşılır ve zengin bir dil kullanılmıştır.*	..
Sunum Becerisi	*Video sunum esnasında uygun ses tonu ve beden dili ile hitap edememiştir. Sunum açık ve anlaşılır değildir.*	*Video sunum esnasında ses tonu ve beden dili kullanımında zaman zaman sorunlar yaşamıştır. Video sunumunda açık ve anlaşılır olmayan yerler mevcuttur.*	*Video sunum esnasında ses tonu ve beden dilini genel olarak iyi kullanmıştır.*	*Video sunum boyunca ses tonu ve beden dilini iyi kullanmıştır. Sunumunu açık ve anlaşılır bir şekilde yapmıştır.*	..
Toplan Puan					*../12*

EK 13. STEM Eğitim Anketi

1. STEM nedir? Bir veya birkaç cümle ile tanımlayınız.
2. STEM entegrasyonu nedir? Sizce nasıl yapılmalıdır? Açıklayınız.
3. Alan entegrasyonuyla ilgili aklınızda sorular var mı? Varsa hangi sorulara yanıt bulmak istersiniz?
4. Sınıfınızda STEM uygulayıp uygulamamaya nasıl karar verirsiniz? Açıklayınız.
5. Bir fen öğretmeni olarak siz STEM'i nasıl ve niçin kullanırsınız?
6. Öğretmenliğe başladığınızda STEM'i sınıflarınızda kullanmak ister misiniz?
    a. Cevabınız 'Evet' ise neden kullanmak istersiniz?
    b. Cevabınız 'Hayır' ise neden kullanmak istemezsiniz?
7. Sizce STEM ile ilgili bir eğitimde neler öğretilmelidir? STEM ile ilgili aklınızda sorular var mı? Varsa ne tür sorulara yanıt bulmak istersiniz?
8. Kendinizi bir ortaokul öğrencisi olarak düşündüğünüzde size fen öğretmeninizin STEM ile ilgili neler öğretmesini istersiniz? Öğretmeninizin STEM sınıfı nasıl olur, neye benzer?
9. STEM ile ilgili bir eğitim veya ders aldınız mı? Eğer aldıysanız nereden ve kimden bu eğitimi aldınız? Bu eğitim ne kadar sürdü?
10. STEM eğitiminden beklentileriniz nedir?

EK-15: İZİN FORMLARI

a. Çevik (SFÖ Ölçeği)



Gmail

Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com>

FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ) Kullanım İzni

4 messages

Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com> Mon, Jan 18, 2021 at 2:41 PM
To: mustafacevik@kmu.edu.tr
Bcc: BURÇİN ŞEŞEN <bsesen@istanbul.edu.tr>

Sayın hocam,

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Üniversitesi'nde Fen Eğitimi alanında doktora öğrencisiyim. Tez çalışmamı Prof. Dr. Burçin Acar-Şeşen danışmanlığında yürütmekteyim. Doktora tezim kapsamında veri toplama aracı olarak geliştirdiğiniz FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ)'nizi de çalışmamda izininiz olursa kullanmak istiyorum.

Yardımınız ve zaman ayırdığınız için teşekkür ederim.

İyi çalışmalar,
Emine Şahin-Topalcengiz

Mustafa Çevik <mustafacevik@kmu.edu.tr> Mon, Jan 18, 2021 at 3:33 PM
To: Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com>

merhabalar,

ölçeği bilimsel etik kuralları çerçevesinde kullanmanızda bir sakınca yoktur. Tezinizde başarılar dilerim. Hocanıza saygı ve selamlarımla

b. Ring ve Arkadaşları (STEM Yansıtma Protokol)

Gmail **Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com>**

Permission& Request for the Instrument:STEM Reflection Protocol
6 messages

Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com> Mon, Jan 18, 2021 at 3:01 PM
To: ring0055@umn.edu, eawhalen245@stkate.edu
Bcc: BURÇİN ŞEŞEN <bsesen@istanbul.edu.tr>, burçin acar şeşen <burcinacar@gmail.com>

Dear Madam,

I am a doctoral student from Istanbul University-Cerrahpasa writing my dissertation titled The Effects of Chemistry Related Topics Science-Technology- Engineering-Mathematics Applications on Professional Competences of Science Teacher Candidates, under the direction of my dissertation committee chaired by Dr. Burcin Acar Sesen who can be reached at burcinacar@gmail.com The İstanbul University-Cerrahpasa IRB Committee Chair can be contacted at +90212 473 70 00 | 17031

or by mail at Istanbul University-Cerrahpaşa Avcılar Campus, Avcılar/İstanbul 34320.

I would like to use the "STEM Reflection Protocol" for my dissertation study as one of the data collection methods that you and your research team used for the published manuscript-" **The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience** " according to the needs of my STEM-based study and your permission to adopt the instrument to Turkish in my research study. I would like to use and print your instrument under the following conditions:

· I will use the instrument only for my research study and will not sell or use it with any compensated or curriculum development activities.

· I will include the copyright statement on all copies of the instrument.

If these are acceptable terms and conditions, please indicate so by replying to me through e-mail: eminesahin59@gmail.com.

Sincerely,

Doctoral Candidate,

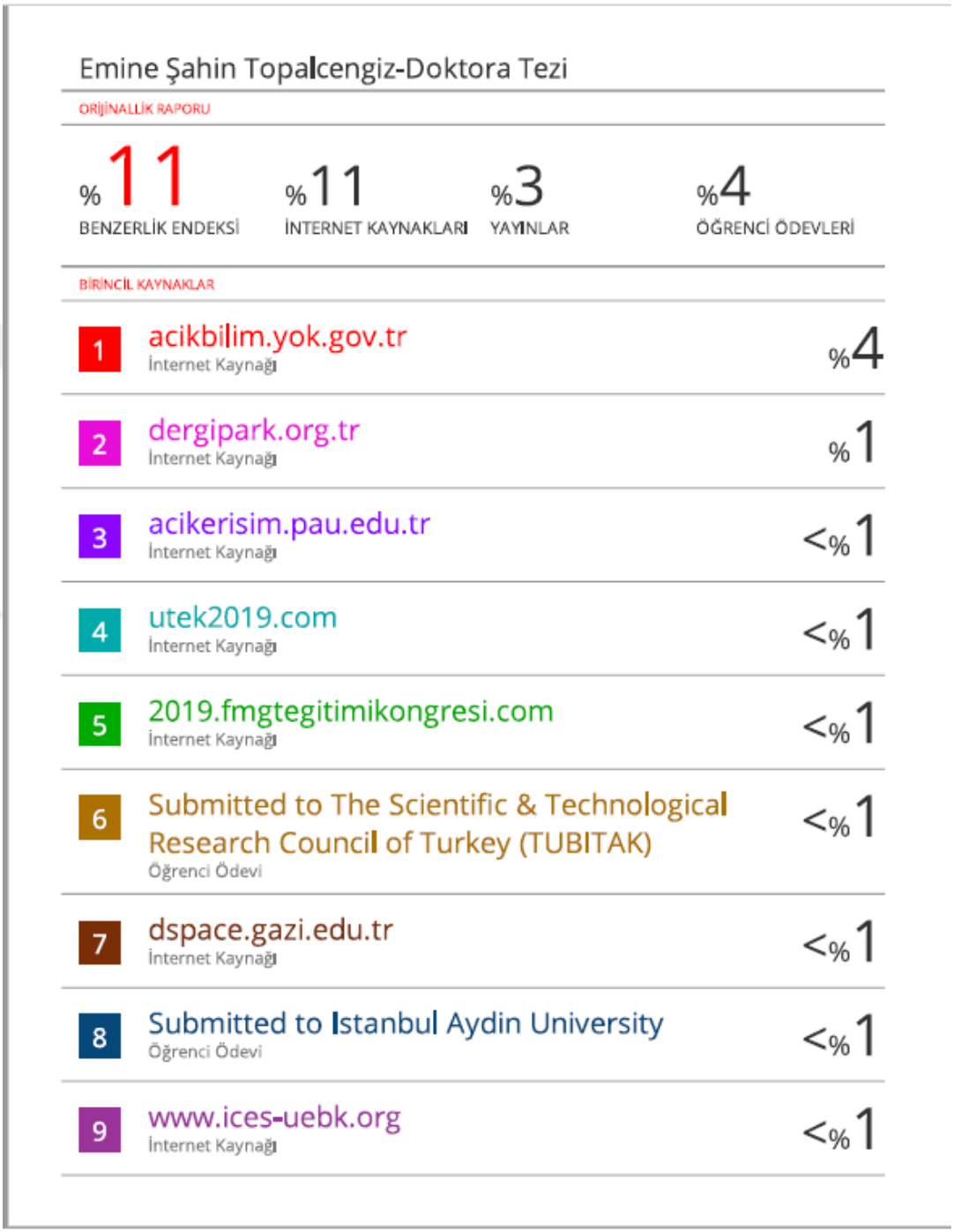
Emine Şahin-Toıpalcengiz

Elizabeth Whalen <eawhalen245@stkate.edu> Mon, Jan 18, 2021 at 9:30 PM
To: Emine Sahin <eminesahin59@gmail.com>
Cc: "Dr. Elizabeth A. Ring" <ring0055@umn.edu>

Emine,

Thank you for your email. You have my written consent to utilize the STEM Observation Protocol (as introduced in my paper: *The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience)* while complying with the conditions you included in your email above.

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI



Emine Şahin Topalcengiz-Doktora Tezi

ORİJİNALLİK RAPORU

%11	%11	%3	%4
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%4
2	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%1
3	acikerisim.pau.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
4	utek2019.com İnternet Kaynağı	<%1
5	2019.fmgtegitimikongresi.com İnternet Kaynağı	<%1
6	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	<%1
7	dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to Istanbul Aydin University Öğrenci Ödevi	<%1
9	www.ices-uebk.org İnternet Kaynağı	<%1

ETİK KURUL İZİN YAZISI

Uyarı: Canlı denekler üzerinde yapılan tüm araştırmalar için Etik Kurul Belgesi alınması zorunludur.

☒ **Etik Kurul izni gerekmektedir.**

☐ **Etik Kurul izni gerekmemektedir.**

Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ
(İmza)

İÜC Tarih ve Sayı: 11.02.2021-29654

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : E-74555795-050.01.04-29654
Konu : 2021/10 sayılı Etik Kurul Onayı

Sayın Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ
İÜC Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programı Öğrencisi

İlgi : 19.01.2021 tarihli, bila sayılı yazı

Yürütücülüğünü üstlendiğiniz "***Kimya Konularına Yönelik Fen-Teknoloji- Mühendislik-Matematik Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mesleki Yeterliklerine Etkisi***" başlıklı "**Doktora Tezi**" başvurunuz etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

COVİD-19 salgının Ülkemizde yayılması nedeniyle, Kurulumuz 02.02.2021 tarihinde on-line platformda gerçekleştirilen toplantısında yapılan değerlendirmeler sonucunda; elektronik belge sistemi (EBYS) ile uygunluğu bildirilen yazının ve eki formun ilgili makamlarca "**Etik Kurul Onayı**" belge olarak değerlendirilmesi hususunda;

Gereği için bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Selçuk HÜNERLİ
Başkan

Ek:1 Form

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Belge Doğrulama Kodu :BEAMHKEN6 Pin Kodu :68112 Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-cerrahpasa-universitesi-ebys?V=BEAMHKEN6
Adres:İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul
Telefon:0212 404 03 00 Faks:0212 404 07 01
Web:www.istanbulc.edu.tr
Kep Adresi:istanbulc@hs01.kep.tr
Bilgi için: Canan SÖNMEZTÜRK
Ünvanı: Birim Evrak Sorumlusu
Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

KURUM İZNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

☒ **Kurum izni gerekmektedir.**

☐ **Kurum izni gerekmemektedir.**

Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ
(İmza)

İÜC Tarih ve Sayı: 04.03.2021-45241

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
Hasan Âli Yücel Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-44949735-604.01.02-45241
Konu : Araştırma izni Hk

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 01.03.2021 tarihli, 41739 sayılı yazı

Danışmanlığını Bölümünüz Öğretim Üyesi Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN'in yaptığı, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Programında öğrenim gören Emine ŞAHİN TOPALCENGİZ'in "Kimya Konularına Yönelik Fen-Teknoloji Mühendislik-Matematik Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mesleki Yeterliklerine Etkisi" başlıklı Doktora tezine yönelik uygulamalarını, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda yürütmekte olduğu (A)Seçmeli II: İlköğretimde Kimya Öğretimi dersi kapsamında 2020-2021 Bahar döneminde gerçekleştirmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. İrfan BAŞKURT
Dekan

Dağıtım:
Gereği:
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölüm Başkanlığına

Bilgi:
Sayın Prof. Dr. Burçin ACAR ŞEŞEN

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BEBLHNFS7 Pin Kodu :96712 Belge Takip Adresi : https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-cerrahpasa-universitesi-ebys?V=BEBLHNFS7

Adres:Alkent 2000 Mah. Yiğittürk Cad. No: 5/7 Büyükçekmece Yerleşkesi
Büyükçekmece/İstanbul
Telefon:(212) 866 38 20 Faks:(212) 866 38 21
Web:www.istanbulc.edu.tr
Kep Adresi:istanbulc@hs01.kep.tr

Bilgi için: Vildan CİĞER
Unvanı: Birim Evrak Sorumlusu
Tel No: 44247

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.