



**EĞİTSEL ROBOTİK UYGULAMALARINA DAYALI STEM EĞİTİMİ
KAPSAMINDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ EĞİTSEL ROBOTİK
TPAB ÖZ-YETERLİK İNANÇLARININ BİLİMSEL YARATICILIK
VE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hilal Yanış Kelleci

**DOKTORA TEZİ
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EKİM, 2020

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezdten fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı: Hilal

Soyadı: Yanış Kelleci

Bölümü: Fen Bilgisi Eğitimi

İmza:

Teslim tarihi:

TEZİN

Türkçe Adı: Eğitsel Robotik Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Öğretmen Adaylarının Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnançlarının Bilimsel Yaratıcılık ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerinin İncelenmesi

İngilizce Adı: An Investigation of Pre-Service Teachers' Educational Robotic TPACK Self-Efficacy Belief, Scientific Creativity and Computational Thinking Skills in the Scope of Educational Robotics Based STEM Education

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Hilal Yanış Kelleci

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Hilal Yanış Kelleci tarafından hazırlanan “Eğitsel Robotik Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Öğretmen Adaylarının Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnançlarının Bilimsel Yaratıcılık ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Nejla YÜRÜK

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan: Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Salih ATEŞ

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Özgül YILMAZ TÜZÜN

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Havva YAMAK

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 30/09/2020

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel GELİŞLİ

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü



Çok değerli Yanış ve Kelleci aileme,

TEŞEKKÜR

Doktora tezimi tamamlama sürecimde desteklerinden ve teşviklerinden dolayı teşekkür etmek istediğim kıymetli hocalarım, ailem ve arkadaşlarım bulunmakta. İlk olarak, beni bu süreçte motive eden, değerli desteklerini esirgemeyen, bir fen eğitimcisi olarak rol model aldığım çok değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Nejla YÜRÜK'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecim boyunca görüşleri ve önerileri ile araştırmaya katkıda bulunan, dönütleri ile farklı bakış açısı kazanmamı sağlayan ve tez izleme komitesinde bulunan çok değerli Sayın Prof. Dr. Salih ATEŞ ve Sayın Prof. Dr. Özgül YILMAZ TÜZÜN Hocalarıma sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, pozitif enerjileriyle beni destekleyen, kıymetli görüşleri ve önerileri ile tezime katkıda bulunan ve tez jürisinde yer alan çok değerli Sayın Prof. Dr. Jale ÇAKIROĞLU ve Sayın Prof. Dr. Havva YAMAK Hocalarıma sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Hem Gazi Üniversitesi'nde hem de Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde doktora eğitimim sürecinde ders aldığım tüm kıymetli Hocalarıma teşekkürü borç bilirim. Değerli Hocalarımdan çok şey öğrendim ve öğrenmeye devam edeceğim.

Yaşamım süresince beni destekleyen, önümde fırsatlar yaratan, her zaman yanımda olan, ayaklarımı yere sağlam basmamı sağlayan ve sevgisinin sonsuz olduğunu sonuna kadar hissettiğim canım babam Mehmet Ali YANIŞ'a ve annem Emine YANIŞ'a, benim için kardeşten öte olan çok sevdiğim ablam Ayşe ŞİMŞEK'e ve eşi Şahin ŞİMŞEK'e, ikinci annem olan canım ablam Havva ÖZDAMAR'a ve eşi Hüsnü ÖZDAMAR'a, varlıklarıyla motivasyon kaynağım olan canım çocuklarım Ömer Ayberk ŞİMŞEK'e ve Almina ÖZDAMAR'a sevgiyle teşekkürlerimi sunarım.

Sevgilerini yürekten hissettiğim çok kıymetli babam Halit KELLEÇİ'ye ve annem Zeliha KELLEÇİ'ye bana bu süreçte destek oldukları için çok teşekkür ederim. Pozitif enerjileri ve güler yüzleriyle yanımda olan çok kıymetli abim Fatih KELLEÇİ'ye ve eşi Hatice KELLEÇİ'ye gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, ne düşündüğümü ne hissettiğimi söylemesem bile gören, beni anlayan, sonsuz desteklerini sunan, her zaman farklı bir yol gösteren, hayatıma anlam katan sevgili hayat arkadaşım, yoldaşım Semih KELLEÇİ'ye tüm kalbimle teşekkür ediyorum. İyi ki varsın can yoldaşım.

Dosttan öte olarak gördüğüm, birlikte çok şey paylaştığım ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen canım arkadaşlarım Elif YALVAÇ ERTUĞRUL'a ve ARİF ERTUĞRUL'a çok teşekkür ederim.

Tez süreci boyunca yanımda olan, yardımlarını esirgemeyen ve beni motive eden tüm arkadaşlarıma gönülden teşekkür ederim.

Son olarak, çalışmaya gönüllü olarak katılan, emek veren ve zamanını ayıran tüm fen bilgisi öğretmen adaylarına teşekkür ederim. Onların sayesinde geleceği güzelleştirecek yeni nesillerin yetişeceğinden umutluyum.

**EĞİTSEL ROBOTİK UYGULAMALARINA DAYALI STEM EĞİTİMİ
KAPSAMINDA ÖĞRETMEN ADAYLARININ EĞİTSEL ROBOTİK
TPAB ÖZ-YETERLİK İNANÇLARININ BİLİMSEL YARATICILIK
VE BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNİN İNCELENMESİ
(Doktora Tezi)**

Hilal Yanış Kelleci
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ekim 2020

ÖZ

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eğitsel robotik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançlarına, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi, bu eğitim sürecinde fen bilgisi öğretmen adaylarının oluşturduğu eğitsel robotik proje ürünlerini, öğretim sürecine nasıl entegre ettiklerinin ders planları incelenerek belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın katılımcılarını Türkiye’de bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan 29 4.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarına Özel Öğretim Yöntemleri II dersinde eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulanmıştır. Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançlarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ‘Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, Korkmaz, Çakır ve Özden (2015) tarafından geliştirilen ‘Bilgisayarca Düşünme Ölçeği’ ve araştırmacı tarafından geliştirilen ‘Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği’ kullanılmıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi hakkındaki görüşleri grup görüşmeleri, yansıtıcı günlükler ve eğitsel robotik entegrasyonu formu kullanılarak ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde nitel ve nicel veri analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Analiz sonucunda eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin uygulanması sonrasında ve öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançları,

bilimsel yaratıcılık becerileri ve bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğretmen adaylarının eğitsel robotik teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançlarının, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, çalışmaya katılan öğretmen adaylarının eğitim uygulandıktan sonra eğitime yönelik olumlu düşüncelere sahip olduğu, geliştirilen etkinlikleri ve projeleri genel olarak faydalı buldukları sonucuna ulaşılmıştır.



Anahtar Kelimeler : Eğitsel robotik, Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik eğitimi, bilimsel yaratıcılık, bilgi işlemsel düşünme, teknolojik pedagojik alan bilgisi

Sayfa Adedi : 493+xxix

Danışman : Prof. Dr. Nejla YÜRÜK

**AN INVESTIGATION OF PRE-SERVICE TEACHERS’
EDUCATIONAL ROBOTICS TPACK SELF-EFFICACY BELIEF,
SCIENTIFIC CREATIVITY AND COMPUTATIONAL THINKING
SKILLS IN THE SCOPE OF EDUCATIONAL ROBOTICS BASED
STEM EDUCATION
(Ph.D Thesis)**

**Hilal Yanış Kelleci
GAZI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
October 2020**

ABSTRACT

In this study, it was aimed to examine the effects of pre-service science teachers’ STEM (Science Tehnology Engineering Mathematics) education based on educational robotics applications on educational robotics technological pedagogical content knowledge self-efficacy belief, scientific creativity and computational thinking skills, and how they integrate the educational robotics project products formed by pre-service science teachers into the teaching process by examining the lesson plans. The participants of the study who were studying in a state university in Turkey constitute 29 4th grade pre-service science teachers. Pre-service science teachers were taught STEM education based on educational robotics applications in the Special Teaching Methods II course. The effects of education on pre-service science teachers’ educational robotics technological pedagogical content knowledge self-efficacy belief, scientific creativity and computational thinking skills were examined. "Scientific Creativity Scale" developed by Hu and Adey (2002), "Computational Thinking Scale" developed by Korkmaz, akır, and zden (2015) and "Educational Robotics Technological Pedagogical Content Knowledge Self-Efficacy Belief Scale" developed by the researcher were used in this study. In addition, pre-service science teachers’ views about STEM education based on educational robotics applications were revealed by using group interviews, reflective diaries and educational robotics integration form. Qualitative and quantitative data analysis methods were used together in the analysis of the data obtained. As a result of the analysis, a significant difference was found between the pre-service science

teachers' educational robotics technological pedagogical content knowledge self-efficacy beliefs, scientific creativity skills and computational thinking skills after and before the application of STEM education based on educational robotics applications. It has been concluded that STEM education based on educational robotics applications improves the educational robotics technological pedagogical content knowledge self-efficacy belief, scientific creativity and computational thinking skills of pre-service science teachers. In addition, it was concluded that the pre-service science teachers who participated in this study had positive thoughts about education and found the activities and projects developed within the scope of education generally beneficial.



Key Words : Educational robotics, Science Technology Engineering Mathematics education, scientific creativity, computational thinking, technological pedagogical content knowledge

Page Number : 493+xxix

Supervisor : Prof. Dr. Nejla YÜRÜK

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ	vii
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar LİSTESİ	xx
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xxvi
KISALTMALAR LİSTESİ	xxix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırma Soruları.....	7
1.3. Araştırmanın Önemi.....	8
1.4. Sınırlılıklar.....	10
1.5. Varsayımlar	10
1.6. Tanımlar	11

BÖLÜM II.....	15
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	15
2.1. Eğitsel Robotik (ER)	16
2.2. STEM (Fen Teknoloji Mühendislik Matematik) Eğitimi.....	22
2.3. 21.Yüzyıl Becerileri.....	36
2.3.1. Yaratıcı Düşünme Becerisi	39
2.3.2. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	46
2.4. Proje Tabanlı Öğrenme ve Mühendislik Tasarım Süreci	49
2.5. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB).....	54
2.6. Öz-Yeterlik.....	58
BÖLÜM III	65
YÖNTEM.....	65
3.1. Araştırmanın Metodolojisi ve Deseni	65
3.2. Araştırmanın Katılımcıları	72
3.3. Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları.....	76
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları.....	79
3.3.1.1. <i>Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği</i>	79
3.3.1.2. <i>Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği (Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ)</i>	80
3.3.1.2.1. <i>Ölçülmesi Hedeflenen Kavramın Yapısının Belirlenmesi</i>	81
3.3.1.2.2. <i>Madde Havuzunun Oluşturulması</i>	82
3.3.1.2.3. <i>Maddelerin Yanıtlanma Biçiminin Belirlenmesi</i>	83
3.3.1.2.4. <i>Geçerlik Maddelerinin Eklenmesi</i>	83
3.3.1.2.5. <i>Uzman Görüşünün Alınması</i>	84
3.3.1.2.6. <i>Ölçek Uzunluğunun Uygun Hale Getirilmesi</i>	84
3.3.1.2.7. <i>Maddelerin Uygulanması</i>	84

3.3.1.2.8. Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeğinin Açıklayıcı Faktör Analizi Bulguları	85
3.3.1.2.9. Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeğinin Doğrulamalı Faktör Analizi Bulguları ...	87
3.3.1.2.10. CFA ve DFA Örneklemeleri için Güvenirlik Analizi.....	90
3.3.1.3. Bilgisayarca Düşünme Ölçeği	90
3.3.1.4. Arduino Bilgi Testi.....	91
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları	91
3.3.2.1. Grup Görüşmesi	92
3.3.2.2. Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonu Formu.....	93
3.3.2.3. Doküman İncelemesi	93
3.3.2.3.1. Yansıtıcı Günlükler	94
3.3.2.3.2. Eğitsel Robotik Proje Ürünü Değerlendirme Rubriği	94
3.3.2.3.3. Ders Planı	95
3.3.2.3.4. Alan Notları	95
3.3.2.4. Gözlem Formları	96
3.3.2.5. Video Kayıtları.....	96
3.4. Uygulama Süreci	96
3.4.1. Etkinliklerin Tasarlanması	99
3.4.2. Etkinliklerin Uygulanması	105
3.4.3. Öğrenme Ortamının Hazırlanması	112
3.5. Verilerin Analizi	113
3.5.1. Nicel Verilerin Analizi	114
3.5.2. Nitel Verilerin Analizi.....	115
3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirliği.....	119

3.6.1. Tek Grup Ön Test-Son Test Deseninde İç Geçerliği Tehdit Eden Unsurlar	119
3.6.2. Tek Grup Ön Test-Son Test Deseninde Dış Geçerliği Tehdit Eden Faktörler	122
3.6.3. Nitel Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik (Nitel Araştırmanın İnanırcılığı).....	122
BÖLÜM IV	125
BULGULAR	125
4.1. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnancı, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilgi İşlemsel Düşünme Değişkenlerine İlişkin Bulgular	125
4.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnançlarına İlişkin Bulgular.....	126
4.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine İlişkin Bulgular	127
4.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Bulgular	127
4.2. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitime İlişkin Görüşlerine, Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özelliklerine, Yaratıcı Düşünme Becerilerinin ve TPAB Entegrasyonuna İlişkin Bulgular	131
4.2.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Görüşlerine İlişkin Bulgular.....	132
4.2.1.1. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular</i>	<i>132</i>
4.2.1.1.1. <i>FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Süreci ile İlgili Görüşleri.....</i>	<i>133</i>

4.2.1.1.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecinde Arduino Uno R3 ile Yapılan Etkinlikler Hakkındaki Görüşler	133
4.2.1.1.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Katkıları Hakkındaki Görüşler.....	135
4.2.1.1.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Güçlü Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler	153
4.2.1.1.1.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Sınırlılıkları Hakkındaki Görüşler	162
4.2.1.1.1.5. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kolay Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler	165
4.2.1.1.1.6. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Zor Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler	171
4.2.1.1.1.7. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Sevilen Yönler Hakkındaki Görüşler	180
4.2.1.1.1.8. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Verimliliği Hakkındaki Görüşler	183
4.2.1.1.2. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kullandıkları Teknolojiler ile İlgili Görüşleri	184
4.2.1.1.3. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlama Süreci Hakkındaki Görüşleri	191
4.2.1.1.3.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlarken Zorluk Yaşanan Kısımlar Hakkındaki Görüşler	192
4.2.1.1.3.2. Ders Planı Hazırlarken Kolay Gelen Kısımlar Hakkındaki Görüşler	196
4.2.1.1.3.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlarken Destek Alınmak İstenen Kısımlar Hakkındaki Görüşler	198

4.2.1.1.3.4. FBÖA'ların Ders Planlamada Yeterli Olma Durumu.....199

4.2.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanması ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular 201

4.2.1.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmen Yeterlikleri Hakkındaki Görüşler 202

4.2.1.2.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Bilgiye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler 202

4.2.1.2.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Beceriye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler.....206

4.2.1.2.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Tutum ve Değer Sahibi Olması Hakkındaki Görüşler.....214

4.2.1.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaşanabilecek Zorluklar Hakkındaki Görüşler 216

4.2.1.2.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğretmenin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler.....216

4.2.1.2.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğrencinin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler.....225

4.2.1.2.3. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Gelecekte Uygulama Nedenleri Hakkındaki Görüşler 227

4.2.1.2.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlamaya Yönelik Öneriler Hakkındaki Görüşler 246

4.2.1.2.4.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğrenen Özelliklerini Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler	248
4.2.1.2.4.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğretim Strateji, Yöntem ve Tekniklerini Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler	252
4.2.1.2.4.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğretim Programını Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler	266
4.2.1.2.4.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Ölçme ve Değerlendirme Yapma Hakkındaki Görüşler	267
4.2.1.2.5. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi İleride Uygulama Durumları	270
4.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdiği Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	271
4.2.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdikleri Akıllı Sera Tasarımı Proje Ürününün Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	271
4.2.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdikleri Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürününün Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	280
4.2.2.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Akıllı Sera Tasarımı ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özellikleri Bakımından Grupların Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	290
4.2.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaratıcılık Becerilerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular	292

4.2.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnançlarının Gelişimlerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonuna İlişkin Bulgular	312
4.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine İlişkin Bulguların Özeti	318
BÖLÜM V	335
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	335
5.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnançlarının Gelişimlerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonuna İlişkin Bulgular.....	335
5.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	339
5.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	340
5.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Görüşlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	343
5.4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	343
5.4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanmasına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma	357
5.5. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaratıcılık Becerilerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma.....	373
5.6. Öneriler	376
5.6.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	376

5.6.2. Eğitimcilerle Yönelik Öneriler	378
5.6.3. Eğitim Yöneticilerine Yönelik Öneriler	380
KAYNAKLAR.....	381
EKLER	415
EK 1. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	416
EK 2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	417
EK 3. Bilimsel Yaratıcılık Testi Sorularının Puanlanması	419
EK 4 Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği	421
EK 5. Bilgisayarca Düşünme Ölçeği.....	428
EK 6. Arduino Bilgi Testi	430
EK 7. Grup Görüşme Formu	436
EK 8. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonu Formu .	440
EK 9. Eğitsel Robotik Proje Ürünü Değerlendirme Rubriği	443
EK 10. Eğitsel Robotik TPAB ve STEM Temelli Ders Planı Değerlendirme Rubriği	444
EK 11. Etkinlik Çalışma Kağıtları	448
EK 12. Gözlem Formu	475
EK 13. Ders Planı Örneği	477
EK 14. Etik Kurul İzni.....	493

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. <i>Bilgi İşlemsel Düşünme Tanımlarından Geçen Kavramlar</i>	47
Tablo 2.2. <i>Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı Uygulama Aşamaları</i>	51
Tablo 3.1. <i>Çoklu Yöntem Desenleri</i>	69
Tablo 3.2. <i>Tek Grup Ön Test-Son Test Desen</i>	69
Tablo 3.3. <i>Durum Sayısına Göre Durum Çalışması Türleri</i>	71
Tablo 3.4. <i>Katılımcı Bilgileri</i>	74
Tablo 3.5. <i>Veri Toplama Araçlarının Araştırma Sorularına, Uygulama Biçimine, Soru Tipine, Uygulama Amacına Göre Dağılımı</i>	77
Tablo 3.6. <i>ER-TPAB Modeli Alt Boyutları ve Örnek Maddeler</i>	83
Tablo 3.7. <i>Temel Bileşenler Analizi Bulguları</i>	86
Tablo 3.8. <i>Temel Bileşenler Analizi Bulguları</i>	87
Tablo 3.9. <i>Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ Ölçeği Uyum İndeksleri ve Kabul Edilebilir Uyum İndeksleri</i>	87
Tablo 3.10. <i>Bilgisayarca Düşünme Ölçeğinin Faktörlerine Ait Madde Sayıları ve Cronbach Alfa Değerleri</i>	90
Tablo 3.11. <i>Mevcut Çalışmadaki Bilgisayarca Düşünme Ölçeğine Ait Cronbach Alfa Değerleri</i>	91
Tablo 3.12. <i>Arduino Bilgi Testine Ait Belirtke Tablosu ve Sorular</i>	92
Tablo 3.13. <i>ER-Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi İçeriği ve MAGDAIRE Aşaması</i> ..	98
Tablo 3.14. <i>Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Bileşenleri, Tanımı ve Örnek Kodlar</i>	100
Tablo 3.15. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yapıtılan Etkinlikler</i>	102

Tablo 3.16. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Etkinliklerinde Kullanılan Mikroişlemci, Devre Elemanları ve Sensörler</i>	106
Tablo 3.17. <i>Nitel Verilerin İçerik Analizi ile Kodlanması</i>	116
Tablo 3.18. <i>İç Geçerliği Tehdit Eden Unsurları Kontrol Etmek Amacıyla Kullanılan Genel Teknikler</i>	120
Tablo 3.19. <i>Geçerlik ve Güvenirliğin Geliştirilmesi için Stratejiler</i>	123
Tablo 4.1. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular</i>	126
Tablo 4.2. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular</i>	127
Tablo 4.3. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının BDÖ Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklemeler T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular</i>	128
Tablo 4.4. <i>BDÖ Algoritmik Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	129
Tablo 4.5. <i>BDÖ Eleştirel Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	129
Tablo 4.6. <i>BDÖ Yaratıcı Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	130
Tablo 4.7. <i>BDÖ İşbirlikli Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	130
Tablo 4.8. <i>BDÖ Problem Çözme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular</i>	131
Tablo 4.9. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Görüşleri</i>	133
Tablo 4.10. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Katkıları Hakkındaki Görüşler</i>	135
Tablo 4.11. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	136
Tablo 4.12. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Beceri Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	139
Tablo 4.13. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Beceri Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	140
Tablo 4.14. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etkisi Hakkındaki Görüşler</i>	151

Tablo 4.15. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Güçlü Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler</i>	154
Tablo 4.16. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin 21.yy. Becerilerinin Gelişimine Katkı Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	155
Tablo 4.17. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	157
Tablo 4.18. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etki Etmesi Hakkındaki Görüşler</i>	159
Tablo 4.19. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Gelişimi Sağlaması Hakkındaki Görüşler</i>	160
Tablo 4.20. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Sınırlılıkları Hakkındaki Görüşler</i>	163
Tablo 4.21. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kolay Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler</i>	165
Tablo 4.22. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Zor Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler</i>	171
Tablo 4.23. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Sevilen Yönler Hakkındaki Görüşler</i>	180
Tablo 4.24. <i>FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kullandıkları Teknolojiler Hakkındaki Görüşleri</i>	184
Tablo 4.25. <i>FBÖA'ların Edmodo Sanal Sınıf Kullanımının Avantajları Hakkındaki Görüşleri</i>	187
Tablo 4.26. <i>FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlama Süreci Hakkındaki Görüşleri</i>	191
Tablo 4.27. <i>Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanması Hakkındaki Görüşleri</i>	201
Tablo 4.28. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmen Yeterlikleri Hakkındaki Görüşler</i>	202
Tablo 4.29. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Beceriye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler</i>	207

Tablo 4.30. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Beceri Sahibi Olması Yeterliği Hakkındaki Görüşler</i>	209
Tablo 4.31. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Tutum ve Değer Sahibi Olması Hakkındaki Görüşler</i>	214
Tablo 4.32. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaşanabilecek Zorluklar Hakkındaki Görüşler</i>	217
Tablo 4.33. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğrencinin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler</i>	225
Tablo 4.34. <i>FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Gelecekte Uygulama Nedenleri Hakkındaki Görüşler</i>	228
Tablo 4.35. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Öğrencilerin Beceri Gelişimini Sağladığı için Uygulanması Hakkındaki Görüşler</i>	229
Tablo 4.36. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerinin Gelişimini Sağladığı için Uygulanması Hakkındaki Görüşler</i>	234
Tablo 4.37. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlamaya Yönelik Öneriler Hakkındaki Görüşler</i>	246
Tablo 4.38. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Planlama Sürecinde Etik İlkeleri Belirleme Hakkındaki Görüşler</i>	258
Tablo 4.39. <i>ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Planlama Sürecinde Etkinlik Geliştirme Hakkındaki Görüşler</i>	261
Tablo 4.40. <i>El-Cezeri Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi</i>	273
Tablo 4.41. <i>Steve Jobs Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi</i>	274
Tablo 4.42. <i>Kepler Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi</i>	275
Tablo 4.43. <i>Tesla Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi</i>	276
Tablo 4.44. <i>Josephine Cochrane Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi</i>	277

Tablo 4.45. Marie Curie Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	278
Tablo 4.46. Grupların Akıllı Sera Tasarımı Projesi Yaratıcılık Puanları.....	279
Tablo 4.47. El-Cezeri Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	282
Tablo 4.48. Steve Jobs Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	283
Tablo 4.49. Kepler 1 Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	284
Tablo 4.50. Kepler 2 Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	285
Tablo 4.51. Tesla Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	286
Tablo 4.52. Josephine Cochrane Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	287
Tablo 4.53. Marie Curie Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi	288
Tablo 4.54. Grupların Akıllı Şehir Tasarımı Projesi Yaratıcılık Puanları.....	289
Tablo 4.55. Grupların Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Puanları	291
Tablo 4.56. Grupların Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Puanlarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	291
Tablo 4.57. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin Betimsel Analiz Sonuçları.....	293
Tablo 4.58. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Arduino Bilgi Testinin Betimsel Analiz Sonuçları	293
Tablo 4.59. FBÖA'ların Bilimsel Yaratıcılık Ön-teste ve Son-Teste, Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Projelerine ve Arduino Bilgi Testine Ait Puanları	294

Tablo 4.60. <i>FBÖA'ların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ Ön-teste, Son-Teste, Arduino Bilgi Testine ve Ders Planlarına Ait Puanları</i>	313
Tablo 4.61. <i>Grupların Dönüşümcü TPAB Modeli Alt Boyutlarına göre İncelenen Ders Planı Puanları</i>	316
Tablo 4.62. <i>FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular</i>	319



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. STEM eğitiminde silo yaklaşımı.....	25
Şekil 2.2. STEM eğitiminde gömülü yaklaşım	25
Şekil 2.3. STEM eğitiminde bütünleşik yaklaşım	26
Şekil 2.4. Mühendislik alanının fen, teknoloji ve matematik alanlarıyla bütünleştirilmesi.	26
Şekil 2.5. Öğretim programı bütünleştirme yaklaşımları	27
Şekil 2.6. Eğik düzlemde STEM bütünleştirme derecesinin gösterimi.....	28
Şekil 2.7. Tek disiplin referansı (single discipline reference)	28
Şekil 2.8. Fen ve Matematik referansı olarak STEM (STEM as a reference for science and mathematics)	29
Şekil 2.9. Diğer disiplinlerle bütünleşen ayrı fen disiplini.....	29
Şekil 2.10. Ayrı disiplinler olarak STEM eğitimi	30
Şekil 2.11. Teknoloji veya mühendislik programı ile birleşen fen ve matematik.....	30
Şekil 2.12. Disiplinlerarası işbirliği.....	31
Şekil 2.13. İki ya da üç disiplinin bütünleşmesi.....	31
Şekil 2.14. Örtüşen disiplinlerin bütünleşmesi.....	32
Şekil 2.15. STEM dört disiplinin bütünleştirilmesi.....	32
Şekil 2.16. “21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi”.....	37
Şekil 2.17. Yaratıcılık Güneşi	41
Şekil 2.18. Dedegil'in (2004b) modern bilimsel yaratıcılığın beş adımlı modeli	42
Şekil 2.19. Robotik öğretiminde yaratıcı düşünme sarmal öğretim modeli.....	43
Şekil 2.20. Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli.....	45

Şekil 2.21. Proje tabanlı öğrenme çerçevesi.....	52
Şekil 2.22. TPAB ve etkileşimli olduğu bilgi türleri (Koehler ve Mishra, 2009, s. 63) ve revize edilmiş TPAB modeli.....	55
Şekil 2.23. “Birleştirici model” ve “Dönüşümcü model”	56
Şekil 2.24. Dönüşümcü ER-TPAB modeli.....	57
Şekil 2.25. Öz-yeterlik inancı ile sonuç beklentisi arasındaki durumsal ilişki.....	59
Şekil 2.26. Öğretmen yeterliğinin döngüsel doğası.	60
Şekil 3.1. NİC + NİT desen uygulaması akış şeması	72
Şekil 3.2. Eğitsel Robotik TPAB öz-yeterlik inanç ölçeğinin geliştirme ve geçerliği sağlama aşamaları	81
Şekil 3.3. Yamaç grafiği.....	86
Şekil 3.4 Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ Path diyagramı	89
Şekil 3.5. Tesla grubunun yürüyen ışık çalışmasına ait algoritma yazımı ve devre çizimi	99
Şekil 3.6. Proje tabanlı öğrenme çerçevesi.....	103
Şekil 3.7. Grupların akıllı sera tasarımı proje ürünleri.....	104
Şekil 3.8. Grupların akıllı şehir tasarımı proje ürünleri	105
Şekil 3.9. Arduino Uno R3 kiti.....	109
Şekil 3.10. Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımına yönelik çözüm önerileri	110
Şekil 3.11. Kepler 2 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi prototip çizimi	111
Şekil 3.12. Kepler 1 grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait devre	111
Şekil 3.13. Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait kodlama	112
Şekil 3.14. Sınıf ortamında gerçekleştirilen grup çalışması.....	113
Şekil 3.15. Edmodo’nun arayüzü	113
Şekil 3.16. NVivo 12’nin ara yüzü.....	117
Şekil 4.1. Arduino Uno R3 ile günlük yaşam problemi çözme yeterliği hakkındaki görüşler	185

<i>Şekil 4.2.</i>	ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada yeterlik durumları ..	200
<i>Şekil 4.3.</i>	Teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliğine sahip olma hakkındaki görüşler .	205
<i>Şekil 4.4.</i>	ER Uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulama durumları	270
<i>Şekil 4.5.</i>	El-Cezeri grubunun akıllı sera tasarımı projesi.....	273
<i>Şekil 4.6.</i>	Steve Jobs grubunun akıllı sera tasarımı projesi	274
<i>Şekil 4.7.</i>	Kepler grubunun akıllı sera tasarımı projesi	275
<i>Şekil 4.8.</i>	Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesi	276
<i>Şekil 4.9.</i>	Josephine Cochrane grubunun akıllı sera tasarımı projesi.....	277
<i>Şekil 4.10.</i>	Marie Curie grubunun akıllı sera tasarımı projesi.....	278
<i>Şekil 4.11.</i>	El-Cezeri grubunun akıllı şehir tasarımı projesi	282
<i>Şekil 4.12.</i>	Steve Jobs grubunun akıllı şehir tasarımı projesi.....	283
<i>Şekil 4.13.</i>	Kepler 1 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi.....	284
<i>Şekil 4.14.</i>	Kepler 2 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi.....	285
<i>Şekil 4.15.</i>	Tesla grubunun akıllı şehir tasarımı projesi	286
<i>Şekil 4.16.</i>	Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesi.....	287
<i>Şekil 4.17.</i>	Marie Curie grubunun akıllı şehir tasarımı projesi	288

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Alan Bilgisi
BY	Bilimsel Yaratıcılık
BİD	Bilgi İşlemsel Düşünme
CSTA	(Computer Science Technology Association): Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği
ER	Eğitsel Robotik
FBÖA	Fen Bilgisi Öğretmen Adayı
STEM	Fen Teknoloji Mühendislik Matematik
ISTE	(International Society for Technology in Education): Uluslararası Eğitim Teknolojileri Birliği
NACCCE	Ulusal Yaratıcı ve Kültürel Eğitim Danışma Komitesi
ÖÖY-II	Özel Öğretim Yöntemleri II
PB	Pedagojik Bilgi
PAB	Pedagojik Alan Bilgisi
PTÖ	Proje Tabanlı Öğrenme
TB	Teknolojik Bilgi
TED	Türk Eğitim Derneği
TPB	Teknolojik Pedagojik Bilgi
TPAB	Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
ER-TPAB	Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
TPAB-ÖYİÖ	Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği
ÖYEGM	Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü
TUSIAD	Türkiye Sanayiciler ve İş Adamları Derneği

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde araştırmaya ait problem durumu, araştırma soruları, araştırmanın önemi, araştırmanın sınırlılıkları, araştırmanın varsayımları ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

"Bilgi güçtür".

Francis Bacon, 1597

"Hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir".

Mustafa Kemal Atatürk

"Eğitim, gelecek için geçiş iznimiz. Çünkü gelecek, ona bugünden hazırlananların olacaktır".

Malcolm X.

Tarihte 1900-2000 yılları arasında hızlı bir şekilde bilimsel ve teknolojik gelişmeler meydana gelmiştir (Doğan, 2010). Sanayi Devrimi'nden günümüze kadar ekonomik, toplumsal, siyasal ve teknolojik gelişmeler beraberinde uluslararası rekabeti getirmiştir. Özellikle 2. Dünya Savaşı sonrası ülkeler bilim ve teknolojiye birbirleriyle yarışmaya başlamıştır. Herhangi bir alandaki değişim ise diğer alanları etkileyerek toplumda reformlara sebep olmaktadır (Bulduk, 2006). Bu duruma örnek olarak gelişen teknoloji ve 2. Dünya Savaşı'yla ortaya çıkan ulusal güvenlikle ilgili endişeler fen eğitimine yeni bir yaklaşım getirmiştir. Bu yaklaşımla fen öğretiminin amaçları bilim okuryazarlığı olarak adlandırıldı (DeBoer, 2000). Sovyetler Birliği'nin 1957 yılında Sputnik adlı uzay mekiğini uzaya göndermesi, bilim ve teknolojinin toplumlar üzerindeki etkisine örnek olarak verilebilir.

Amerika teknolojide geri kaldığını düşünerek teknolojiye önem vermenin yanı sıra eğitim felsefesini değiştirme yoluna gitmiştir. Bybee (2007) Sputnik'in bir daha olmayacağını fakat Amerika Birleşik Devleti'nin Sputnik'in sembolize ettiği STEM (Science Technology Engineering Mathematics) Eğitimi reformuna ve 21. yüzyılda dünya liderliği için bilim insanlarına ve mühendislere ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Friedman (2005) "World is Flat" adlı kitabı, Amerikalıları küresel ekonomide liderliğini Çin ve Hindistan'a bıraktığına inandırmıştır (Sanders, 2009; Vasquez, 2015). Friedman güç ve varlık için küresel yarışta STEM eğitiminin önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamıştır.

Endüstri Devrimi 1,0'den Endüstri Devrimi 4,0'e kadar ekonomik ve teknolojik gelişme, üretim sürecinde, işgücünde ve mesleklerde değişimler meydana getirmiştir. Bilim ve teknolojinin hızla geliştiği 21. yüzyılda bu değişimlere ayak uydurabilecek, ekonomik kalkınmayı sağlayacak, gerekli becerilere sahip ve nitelikli eğitilmiş bireylere ihtiyaç vardır. Diğer bir deyişle bilimsel bilgiyi ve teknolojiyi tüketen değil üreten bireyler yetiştirmeliyiz.

"Edilgen bir tüketici olmaktansa inovatif bir üretici olmak mühimdir".

Barack Obama (aktaran White House Maker Faire, 2015)

Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) tarafından düzenlenmektedir ve 15 yaş üstü öğrencilerin fen, matematik ve okuma bilgi ve becerilerini ne kadar öğrendiklerini değil bu bilgi ve becerileri gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözme kabiliyetini ölçmeyi hedeflemektedir. 2015 Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sonuçlarına göre Türkiye 72 ülkeden 54. olmuştur (Millî Eğitim Bakanlığı, 2016). Fen okuryazarlığına ilişkin yeterlik düzeyi 1 ile 6 arasında değişmektedir. 1 ve 6 alt yeterlik düzeyini ifade ederken 5 ve üzeri üst yeterlik düzeyini ifade etmektedir. Türkiye'de alt yeterlik düzeyinde bulunan öğrenci oranı %44,4 iken üst yeterlik düzeyinde bulunan öğrenci oranı %0,3'tür. Aynı şekilde matematik okuryazarlığına ilişkin alt yeterlik düzeyinde bulunan öğrenci oranı %51,3 iken üst yeterlik düzeyinde bulunan öğrenci oranı %2,01'dir. PISA 2015 sonuçları ile karşılaştırıldığında Türkiye'nin PISA 2018 okuma becerileri, matematik ve fen okuryazarlığı alanlarında ortalama puanlarda artış olmuştur (Suna, Tanberkan, Taş, Eroğlu ve Altun, 2019). Ortalama puanların artışı çok büyük bir artış olmamakla birlikte Türkiye'nin PISA 2018 ortalama puanları OECD puan ortalamalarının altındadır. Bu sonuçlara göre, Türkiye eğitim sisteminin 21. yüzyılda toplumun ve bireyin gereksinimlerine uygun olarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Küresel güce sahip Amerika Birleşik Devletleri'nin ve

Avrupa Birliği'nin içinde bulunduğu birçok ulus inovasyon çağında diğer ülkeler ile yarışabilmek için eğitim sisteminde reformlar yapmaktadır (Fensham, 2008).

21. yüzyılda küresel ekonomik düzeyde yarışmak için Türkiye STEM alanlarına ilgi duyan, girişimci, yaratıcı ve yenilikçi düşünebilen nesiller yetiştirmek zorundadır ve STEM eğitimi Türkiye için bir zorunluluk olarak görülmüştür (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çavaş, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015; TUSIAD, 2014). STEM Eğitimi Türkiye Raporu'na göre (Akgündüz vd., 2015) STEM eğitiminin girişimcilik, sanat/tasarım ve programlama kapsamında ihtiyaçlarına göre eğitim programlarının geliştirilmesine ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Eğitsel robotik projeleri STEM kavramlarını başarılı bir şekilde öğretebilen ve merak uyandıran pedagojik bir eğitim aracıdır (Mead, Thomas ve Weinberg, 2012). Ayrıca, alanyazında eğitsel robotik (ER) aktivitelerinin STEM ve 21. yüzyıl becerilerinin öğretimi bağlamında önemli bir yere sahip olduğu belirtilmekte fakat Türkiye'de ders programlarına henüz entegre edilmemiştir. Millî Eğitim Bakanlığı (2017) fen bilimleri öğretim programına sadece fen ve mühendislik uygulamalarını eklemiştir. Bütün sınıflarda öğrencilerden her dönemin son ünitesinde fen ve mühendislik uygulamaları olarak ürün oluşturmaları beklenmektedir. Sklar ve Eguchi (2004) ve Benitti (2012) çoğu robotik uygulamalarının öğretim programı dışında olduğunu belirtmiştir. ER aktiviteleri Türkiye'de de Bilim merkezleri (Konya BM, Kocaeli BM gb.) gibi okul dışı öğrenme ortamlarında, Bilim ve Sanat Merkez'lerinde (BİLSEM) ve okulların robot kulüplerinde yürütülmektedir. Alanyazında ER bağlamında öğretmenlere yönelik bazı çalıştayların (Arlegui, Pina ve Moro, 2013; Kim vd., 2015) yapılmasına rağmen Kim vd. (2015) ER etkinlikleri kapsamında öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik çalışmaların önemli olduğunu ve bu çalışmaların yetersiz olduğunu belirtmektedir. Ülkemizde YÖK Ulusal Tez Merkezi bünyesinde robotik uygulamaları ile ilgili tamamlanan 53 yüksek lisans ve 6 doktora tezi bulunmaktadır. 6 doktora tezinden sadece bir tanesi ve 53 yüksek lisans tezinden 15 tanesi Fen Bilgisi Eğitimi alanında yürütülmüştür. Eğitsel robotik çalışmalarının çoğu LEGO Mindstorms kullanılarak ortaokul ve lise öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir ve deneysel çalışmalardır. Bu tezlerin çoğunluğu 2019 (31 adet) ve 2020 (7 adet) yıllarına aittir. Eğitsel robotiğin eğitimde kullanılması son yıllarda daha fazla ilgi görmüştür. Benitti (2012) alanyazında ER olarak araştırmacıların %90'ı Lego'yu kullanmakta olduğunu ve düşük maliyetli robotların kullanılmasına ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Spolaôr ve Benitti'nin (2017) öğrenme teorilerine dayanan robotik uygulamalarını içeren yükseköğrenim seviyesinde yapılan nicel

araştırmaların revizyonu çalışmalarında seçme kriterlerine göre seçilen 15 araştırmanın çoğunda LEGO Mindstorms gibi fiziksel robotlarla çalışıldığını belirtmişlerdir. Cocek (2008) LEGO Mindstorms'un ücretinin bir engel olduğunu belirtmektedir. Bir kit yaklaşık olarak \$350 olduğundan dolayı ilköğretim sınıflarına kolayca temin edilemeyeceğini belirtmektedir. Akgündüz (2016) bazı robotik setlerin STEM eğitiminde kullanıldığını fakat Arduino Uno R3 vb. setlerin diğer robotik setlerden yaratıcı ve eleştirel düşünmeye daha fazla olanak sağladığını belirtmiştir. Arduino Uno R3 "donanım ve yazılımın kolayca kullanılmasına dayalı, açık kaynak bir elektronik platformdur" (Saygılı, 2015, s. 2). Arduino Uno R3 açık kaynak ve özgür yazılım projesi olduğu için hem erişimi kolaydır hem de maliyeti düşüktür. Bu kapsamda ülkemizde öğretmen adaylarıyla ve ER uygulama aracı olarak Arduino Uno R3 ile yürütülen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

"Eğitim sisteminin sorunlarına ilişkin tartışmalarda ilk olarak öğretmen eğitim modeli, öğretim programları ve öğretmen eğitimcilerinin niteliği sorgulanmalıdır".

Türk Eğitim Derneği (TED), 2015, s. 148

Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan-Sayı ve Türk (2015) "STEM Eğitimi Çalıştay Raporu"nda Türkiye'deki öğretmenlerin özel alan bilgisine sahip olduğunu fakat STEM eğitiminin temelinde yer alan disiplinlerin bütünleştirilmesi hakkında yetersiz olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitimi becerilerinin artırılması gerektiğini de vurgulamışlardır.

Ülkemizde genelde 21. yy. becerilerinden biri olan yaratıcı düşünme becerisi üçüncü ve dördüncü sınıflarda düşüş göstermektedir (Öncü'den aktaran Orhon, 2014). Bu yüzden, Türk eğitim sisteminin yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren ve öğrencilerin yaratıcı fikirlerine saygı duyan yenilikçi öğretmenlere de ihtiyacı vardır. Öğretmen adayları 21.yy.'da çağımızın gerektirdiği bilgi ve beceriler doğrultusunda ve bu becerileri öğretime entegre edebilmesi için eğitimler alması gerekmektedir. Ayrıca, Chambers ve Carbonaro (2003) ortaokul ve lise öğretmenlerinin robotiği eğitsel bir araç olarak derslerine entegre edebilmesi için üniversite eğitim programlarında buna göre yetiştirilmeleri gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bu anlamda öğretmen standartları (yeterlikleri) gelecek neslin eğitim niteliği için önemli bir unsur olmakla birlikte bu standartların belirlenmesi ve geliştirilmesi öncelikli olarak ele alınması gereken bir konudur (TED, 2009). Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (ÖYEGM) (2008) öğretmen standartlarını "öğretmenlerin öğretmenlik mesleğini etkili ve verimli biçimde yerine getirebilmek için sahip olunması gereken bilgi, beceri ve tutumlar" (s.VIII) olarak tanımlamaktadır. Teknoloji çağında doğan

Z kuşağının (dijital yerliler) gereksinimlerini karşılayabilecek düzeyde becerilere sahip öğretmenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu standartlar doğrultusunda ülkemizde ER uygulamalarını ve STEM eğitimini sınıfa entegre edebilecek, yaratıcı düşünebilen ve bilgi işlemsel düşünme becerisine sahip öğretmenlere ihtiyaç olmasına rağmen bu amaca yönelik tamamlanmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Wing (2006) sadece bilgisayar bilimcilerinin değil herkesin bilgi işlemsel düşünme becerisine sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmeyi problem çözmenin, sistem tasarlanmanın ve insan davranışlarını anlamının bir yolu olarak tanımlamıştır. CSTA (Computer Science Teachers Association) ve ISTE (International Society for Technology in Education) (2011) ve Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmeyi 21. yy. becerisi olarak tanımlamıştır. Bilgi işlemsel düşünme becerileri 21.yy.'da herkesin sahip olması gereken bir beceri olduğu açıkça ortadadır. Alanyazın incelendiğinde robotik ve programlama eğitimi alan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştiği görülmektedir (Bers, Flannery, Kazakoff ve Sullivan, 2014; Şimşek, 2018). 21.yy. becerisi olarak bilgi işlemsel düşünme becerisinin fen bilgisi öğretmen adaylarına (FBÖA'lara) da kazandırılması gerekmektedir. Öğretmen adaylarının öğretmen olduğunda bu becerileri öğrencilerine de kazandırabilmesi için robotik ve kodlama eğitimleriyle bu becerinin kazandırılmasına ilişkin eğitim almalarına ihtiyaç vardır.

Son 20-25 yıldır öğretmen yetiştirme ve öğretmen standartlarının belirlenmesinde davranışçı yaklaşımdan alan bilgisi ile teknolojinin ve pedagojinin bütünleştirildiği teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) yaklaşımına geçiş yapılmaktadır (TED, 2009). Bir öğretmenin mesleğinde başarılı olabilmesi için sahip olması gereken standartlardan biri "Kendi alanının kavramlarına, alan bilgisine ve yapısına yönelik bilgiler ile bunları nasıl aktaracağına yönelik tekno-pedagojik bilgiye sahip olmak"tır (TED, 2015, s. 146). Bu yüzden üniversitelerin eğitim fakültelerinde geleceğin şekillendiricileri olan öğretmen adaylarına STEM eğitimi ve ER uygulamaları ile ilgili teknolojik pedagojik alan bilgisini (TPAB) geliştirecek eğitimlere yer verilmesi gerekmektedir.

İnanç, tutum ve davranış arasındaki ilişki fen eğitimi araştırmalarında inancın ölçülmesini gerektirmiştir (Enochs ve Riggs, 1990). Koballa ve Crawley'den aktaran Enochs ve Riggs (1990) inanç, tutum ve davranış arasındaki ilişkiyi örneklendirmiştir. Bir ilköğretim öğretmeni fen öğretimi kabiliyetinin eksik olduğu ön yargısına sahiptir (inanç) ve fen öğretimi yapmaktan hoşlanmamaya başlar (tutum). Sonuç olarak öğretmen eğer mümkünse fen öğretimi yapmaktan kaçınır (davranış). Bandura'nın (1977) öz-yeterlik çalışmasında

inanç ile davranış yakından ilişkilendirilmiştir. Bireye verilen bir durumla başa çıkıp çıkamayacağı bireyin verimli olacağına dair inancı tarafından etkilenir. Bu durumda bireyin öz-yeterlik algısı davranışını belirler (Bandura, 1977). Teknolojiyi öğretim sürecine entegre etmede öz-yeterlik inançları önemli bir role sahiptir (Canbazoglu Bilici, Yamak, Kavak ve Guzey, 2013). Öğretim sürecinde öğretmenlerin teknolojiyi kullanmasına katkıda bulunan etmenlerin belirlenmesi için öğretmen adaylarının TPAB öz-yeterliklerinin ölçülmesi gerekmektedir (Canbazoglu Bilici vd., 2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bir eğitim aracı olarak eğitsel robotik teknolojilerini öğretim sürecinde kullanmasına yönelik öz-yeterlikleri önemli bir role sahiptir. Alanyazında "Fen Bilgisi Dersini Öğretmeye Yönelik Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği" (Enochs ve Riggs, 1990), fen bilgisi öğretmenlerinin bilişim teknolojilerine yönelik öz-yeterlik algı düzeylerini ölçmek için "Bilişim Teknolojileri Öz-yeterlik Algıları Ölçeği" (E. Ekici, Ekici ve Kara, 2012), öğretimde bilgisayar teknolojilerini kullanma öz-yeterliğini ölçmek için "Bilgisayar Teknolojilerini Entegre Etme Anketi (CTIS)" (Wang, Ertmer ve Newby, 2004), "Mühendislik Tasarım Öz-Yeterlik Ölçeği" (Carberry, Lee ve Ohland, 2010), "Mühendislik Öğretmeye Yönelik Öz-Yeterlik Ölçeği" (Yoon, Evans ve Strobel, 2012; Yoon Yoon, Evans ve Strobel, 2014) ve "Öğretmen Adaylarının Matematik Öğretiminde Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği" (Aksu, 2008) gibi farklı disiplinlere ait öz-yeterlik ölçekleri bulunmaktadır. Fakat, fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inançlarını ölçecek bir ölçme aracına rastlanılmamıştır. Eğitsel robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inancı fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim sürecindeki davranışlarına etki edeceğinden eğitsel robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inancının belirlenmesi önemlidir. Öğretmeye yönelik öz-yeterliğin öğretmenlerin kariyerlerinin ilk 4 yılında geliştiği ve sonrasında sabit kaldığı belirtilmektedir (Morris ve Usher, 2011). Dolayısıyla, öğretmen eğitiminde öğretmen adaylarının öğretmeye yönelik öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, 21. yüzyıl becerilerinin özellikle yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere kazandırılması gerekmektedir. Öğretim programlarının gözden geçirilip eğitimcilerin bu becerileri, eğitsel robotiği ve STEM eğitimini ders programlarına entegre etmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda geleceği şekillendirmek için eğitim fakültelerinin öğretim programlarının, öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için, ER ve STEM eğitimi ile ilgili hedefler, içerik, materyal ve yöntemlerle geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ER'in eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, takım çalışması gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini savunan

alışmalar (Eguchi, 2014) mevcuttur. Bu savın deneysel çalışmalarla da desteklenmesi gerekmektedir.

Bu ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak bu çalışmada FBA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin ve eğitsel robotiğē özgü teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, bu çalışmada FBA'ların dönüşümcü Eğitsel Robotik TPAB modelini (Yanış ve Yürük, 2020) benimseyerek ER'yi ve STEM'i derslerine entegre etmelerini sağlamak amaçlanmıştır.

1.2. Araştırma Soruları

Çalışmanın amaçları kapsamında belirlenen araştırma soruları aşığıdaki gibidir:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?
 - a) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?
 - b) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilimsel yaratıcılık becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?
 - c) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?
2. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci ile ilgili görüşleri nelerdir?
3. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinin gelişimleri nasıldır?
4. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik ile teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu nasıldır?

Hipotezler

1. araştırma sorusu a, b ve c alt soruları için aşığıdaki hipotezler kurulmuştur:

Araştırma sorusu 1: ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarına anlamlı düzeyde bir etkisi var mıdır?

Null Hipotezi (H_0): Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları arasında anlamlı düzeyde bir fark yoktur.

Araştırma sorusu 2: ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerine anlamlı düzeyde bir etkisi var mıdır?

Null Hipotezi (H_0): Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilimsel yaratıcılık becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark yoktur.

Araştırma sorusu 3: ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerine anlamlı düzeyde bir etkisi var mıdır?

Null Hipotezi (H_0): Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark yoktur.

1.3. Araştırmanın Önemi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için hazırlanan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğretmen yetiştirme programlarına örnek teşkil edecek olması bu çalışmanın önemli bir role sahip olmasının nedenlerinden biridir. Ayrıca bu eğitim sürecince yaşanan aksaklıkların ve iyi giden yönlerin belirlenmesi gelecek öğretmen eğitimi öğretim programı çalışmalarına yol göstermede yardımcı olacaktır. Millî Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri dersi taslak programına (2017) mühendislik kazanımları eklenmiştir. STEM eğitimi ve kodlamanın öğretim programlarına entegre edilmesi planlanmaktadır. Bu anlamda öğretmen adaylarına kodlama, ER uygulamaları ve STEM eğitimi hakkında eğitimler verilmesi gerekecektir. Bu çalışma fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretmenlik kariyerlerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğretimlerine nasıl entegre edecekleri konusunda yol gösterici olacaktır. Bu sebeplerden dolayı da öğretmen eğitimine katkılar sunacaktır.

21. yüzyılda küresel ekonomide yarışmak için Türkiye, üst düzey düşünme becerilerinden olan yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmelidir. Bu becerilere sahip olmayan öğretmenlerin kendi öğrencilerine bu becerileri kazandırmaları mümkün görünmemektedir. ER'nin bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme, takım çalışması gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini savunan çalışmalar (Eguchi, 2014; Lee vd., 2011) mevcuttur. Bu savın deneysel çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi araştırılmıştır. Dolayısıyla, bu çalışma fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri kapsamında olan bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirme amacı olması bakımından önemli bir yere sahiptir.

Alanyazında tamamlanmış çalışmalar arasında dönüşümcü TPAB yaklaşımını benimseyen eğitsel robotik ölçeği bulunmamasından dolayı bu konularda ölçek geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğretim sürecine entegre etmede öz-yeterlik inançları önemli bir role sahiptir. Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy (1998) literatürdeki yaklaşık 10 öğretmen öz-yeterlik ölçeklerini inceledikten sonra bu ölçeklerin öz-yeterliğin genel özelliklerini ölçtüğünü vurgulamaktadır. Öğretmen öz-yeterliğinin bağlama özgü olduğundan dolayı bu çalışma ve gelecekteki çalışmalar için eğitsel robotik TPAB'a yönelik öz-yeterlik inançlarını ölçmek için ölçme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adayları için “Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği” geliştirilmiştir. Dönüşümcü TPAB modelini benimseyen eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inanç ölçeğinin geliştirilmesi ile ve FBÖA’ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını geliştirme amacı olması yönüyle de bu çalışma alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çoğu ilköğretim öğretmenin bütünleşik STEM eğitimi içeriğini öğretme öz-yeterliği düşüktür (Bursal, 2010; Nadelson, Callahan, Pyke, Hay, Dance ve Pfiester, 2013). Ayrıca, öğretmen öz-yeterliği ve bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili deneysel çalışmalar hala başlangıç aşamasındadır (Bennett, 2016). Öğretmenlerin öz-yeterlik inancının geliştirilmesine ve eğitsel robotik kullanılan bütünleşik STEM eğitimi ile ilgili deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları üzerine etkisi araştırılan yarı deneysel olan bu çalışma alanyazındaki boşlukları doldurmada yardımcı olacaktır.

Benitti (2012) alanyazında ER olarak araştırmacıların %90'ı Lego'yu kullanmakta olduğunu, Spolaôr ve Benitti (2017) robotik uygulamalarla ilgili seviyesinde yapılan nicel araştırmaların revizyonu çalışmalarında 15 araştırmacının çoğunda LEGO Mindstorms gibi fiziksel robotlarla çalışıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, Akgündüz (2016) Arduino Uno R3 vb. setlerin yaratıcı ve eleştirel düşünmeye diğer setlerden daha fazla olanak sunduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda maliyetinin düşük olması, programlarının ücretsiz ve açık kaynak olması ve yaratıcı düşünmeye açık olması bakımından bu çalışmada Arduino Uno R3'ü kullanmak tercih edilmiştir. Ülkemizde devlet okullarının bütçesi kısıtlı olduğu için maliyeti düşük robotik sistemlerin kullanılması avantaj sağlayacaktır. Ülkemizde fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik aracı olarak Arduino UnoR3 kullanılarak 21.yy. becerilerinin gelişimini sağlama amacı olan ve öğretmen adaylarının derslerine entegre etmesini öğretmeyi amaçlayan çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu anlamda bu çalışmanın alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4. Sınırlılıklar

Bu çalışmanın sınırlılıkları aşağıdaki gibidir:

- 11 haftalık bir çalışma süresi çeşitli projeler yaptırmak için kısıtlı kalmıştır. FBÖA'lara daha uzun süre eğitim verilerek daha farklı projeler yapmalarına olanak sağlanabilir.
- Kısıtlı zaman olması nedeni ile FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde hazırladıkları proje ürününe dair grupça ders planları hazırlamışlardır fakat ilköğretim sınıf ortamında uygulamamışlardır. FBÖA'lara bireysel ders planı hazırlatılarak mikro öğretim yaptırmak bireysel olarak gelişimlerini görmede faydalı olacaktır.
- Örneklem sayısı küçük olduğu için çalışmanın nicel bulguları diğer üniversitelerde öğrenim gören FBÖA'lara genellenemez.

1.5. Varsayımlar

Çalışmada pragmatist felsefe benimsenmiştir. Çalışmanın pragmatist felsefe ve metodolojik varsayımları şu şekildedir:

- Gerçek faydalı, pratik ve işe yarayan şeydir.

- Gerçeklik hem tümdengelimsel (objektif) hem de tümevarımsal (sübjektif) delillere dayalı çeşitli araştırma materyalleri kullanılarak bilinir.
- Bir gerçeklikten ziyade çoklu gerçeklik vardır.
- Gerçeklik bakış açısına göre değişiklik gösterir.
- Grup görüşmelerinde araştırmacı ve katılımcılar karşılıklı olarak birbirlerini etkilemektedirler.
- Araştırmacı değer yargıları olan bireydir.

1.6. Tanımlar

Arduino Uno R3: "Donanım ve yazılımın kolayca kullanılmasına dayalı, açık kaynak bir elektronik platformdur" (Saygılı, 2015, s. 2). Arduino Uno R3 donanımı bu araştırmada eğitsel robotik aracı olarak kullanılmıştır.

Bilimsel Yaratıcılık: Brown (1989) yaratıcı düşünmeyi sayıca çok (akıcı) sorunu veya problemi çeşitli yönlerden ele alan (esnek) ve çoğu kişinin aklına gelmeyen ( zg n) fikirler üretme süreci olarak tanımlamaktadır. Hu ve Adey (2002) bilimsel yaratıcılığı belirli bir amaç için tasarlanmış, orijinal, sosyal veya kişisel değeri olan ürün üretebilen bir tür özellik veya yetenek olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada bilimsel yaratıcılık yaratıcı düşünmenin bilime özelleştirilmiş durumu olarak düşünülmektedir. Hu ve Adey'in (2002) bilimsel yapı yaratıcılık modeli benimsenmektedir. Fen bilgisi  ğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları Hu ve Adey'in (2002) Bilimsel Yaratıcılık  l eği ile ölçülmüştür.

Bilgi İşlemsel Düşünme: ISTE (International Society for Technology in Education), CSTA (Computer Science Teachers Association) (2011) ve Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmeyi 21. yy becerisi olarak tanımlamıştır. ISTE ve CSTA (2011) bilgi işlemsel düşünmeyi bir bilgisayar ve bunları çözmeye yardımcı olacak diğer araçları kullanmamızı sağlayan problemleri dışarıda formüle etmek; verileri mantıksal olarak düzenlemek ve analiz etmek; verilerin modeller ve simülasyonlar gibi soyutlamalar yoluyla temsil edilmesi; algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatikleştirme; adımların ve kaynakların en verimli ve etkili kombinasyonunu elde etmek amacıyla olası çözümleri belirlemek, analiz etmek ve uygulamak; bu problem çözme sürecini genelleştirmek ve çok çeşitli problemlere aktarmak gibi özellikleri içeren fakat bunlarla sınırlı olmayan bir problem çözme süreci olarak tanımlamışlardır. ISTE (2015) bilgi işlemsel düşünmeyi yaratıcılık, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli düşünme ve iletişim becerilerinin ortak

yansıması olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmada Korkmaz, Çakır ve Özden'in (2017) Bilgisayarca Düşünme Ölçeği kullanılarak ölçülmüştür.

Eğitsel Robotik: Robotik robotların çalışma ve kullanımını ifade eden, robotların inşa etme, tasarım ve programlama süreçlerini içeren teknoloji alanıdır (Wood, 2003). Eğitsel robotik ise robotiğin eğitsel araç olarak kullanılması durumudur.

Eleştirel Düşünme: Watson ve Glaser'e göre eleştirel düşünme problem çözme, sorgulama ve araştırma gibi edimleri kapsayan genel bir süreçtir (aktaran Kurnaz, 2013). Ayrıca eleştirel düşünmeyi beş boyutta açıklamışlardır. Bunlar sorunu tanıma, sorunun çözümü için uygun bilgileri toplama ve seçme, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış varsayımları tanıma, ilgili ve sonuca götürücü varsayımları seçme ve formüle etme, geçerli sonuçları çıkarma ve sonuçların geçerliğini tartışma şeklindedir.

Eğitsel Robotik TPAB: Öğretmen adaylarının “Fen’in eğitsel robotik ile öğretiminde öğrenen özellikleri”, “eğitsel robotiğin entegre edildiği öğretim programı”, “eğitsel robotik destekli fen eğitiminde kullanılan öğretim, strateji, yöntem ve teknikler”, “eğitsel robotik destekli fen eğitiminde öğrencilerin anlamalarının değerlendirilmesinde kullanılan ölçme ve değerlendirme teknikleri” ile ilgili öğretmen adaylarının sahip olması gereken bilgidir.

Eğitsel Robotik TPAB Öz-yeterlik İnancı: Fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe özgü TPAB'ı öğretim sürecine entegre edebilme kabiliyetlerine olan inançlarıdır. Bu çalışmada Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği kullanılarak ölçülmüştür.

Bütünleşik STEM Eğitimi: Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig (2014, s. 38) bütünleşik STEM eğitimini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin hepsinin veya bir kısmının konu ve günlük hayat problemi arasındaki ilişkiye dayanan bir sınıfta, ünite veya derste birleştirilmesi olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada ER'nin kullanıldığı Fen, Teknoloji, Mühendislik alanlarının bütünleştirilmesini gösteren Şekil 2.9'daki bütünleşik STEM eğitimi benimsenmiştir.

Fritzing: Arduino uygulamalarında ve diğer elektronik tabanlı projelerde devre çizimi yapılmasını sağlayan açık kaynak erişimli devre çizim programıdır.

mBlock: Arduino kodları hazırlamayı sağlayan açık kaynak erişimli blok tabanlı kodlama programıdır.

Mühendislik Tasarım Süreci: Problemi belirleme, beyin fırtınası yaparak olası çözüme karar verme, prototip geliştirme, prototipi test etme ve değerlendirme, test etme ve değerlendirme

dönütlerine göre yeniden tasarlama ve sonuçları paylaşma aşamalarını içeren bir süreçtir (Han ve Bhattacharya, 2001). Bu çalışmada proje tabanlı öğrenme süreci bu basamaklar ile harmanlanarak kullanılmıştır.

Proje Tabanlı Öğrenme: Buck Eğitim Enstitüsü'ne (2011) göre proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin sorgulayarak karmaşık bir problemi çözmeye teşvik edilmesini, öğrencilere akademik kavramları öğretmede ve işbirliği, iletişim ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmada yardımcı olmak için yüksek kalitede proje ve özgün ürünler üretmelerini ve sunmalarını sağlama sürecini içeren öğrenme ortamıdır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarından proje tabanlı öğrenme yöntemi ile verilen bir problemi çözmeleri, işbirliği içinde çalışmaları, yaratıcı düşüncelerini sağlayarak ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini kullanarak robotik proje ürünü oluşturmaları sağlanmıştır.

Robot: Yönergelere bağlı kalarak verilen görevi yerine getirebilen mekanik araçlardır (L. Prayaga, Prayaga, Whiteside ve Suri, 2015).

Scratch For Arduino (S4A): Scratch Massachusetts Institute of Technology (MIT) Üniversitesi tarafından geliştirilen bir görsel programlama dilidir. Scratch for Arduino ise arduino üzerinde programlama yapmayı sağlayan açık kaynaklı bir platformdur.

TPAB: Teknolojik pedagojik alan bilgisi kendisini oluşturan teknoloji, pedagoji ve alan bilgisinin kesişiminden farklı, özel bir bilgi türüdür (Angeli ve Valanides, 2005). Bu çalışmada dönüştürücü TPAB modeli benimsenmiştir. Bu model Niess'in (2005) öğrenen özellikleri bilgisi, öğretim strateji, yöntem ve teknik bilgisi, öğretim programı bilgisi ve Magnusson, Krajcik, ve Borko'nun (1999) ölçme ve değerlendirme bilgisinden oluşmaktadır.



BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bilim ve teknolojideki ilerlemeler, genç neslin geleceğinin bilimsel devrimlerin zorluklarının üstesinden gelebilecek eğitim almalarına bağlı olduğu bir yere ulaşmıştır (Hurd, 1958). Bilimin doğasındaki ve pratiğindeki devrim niteliğindeki bu değişimler fen eğitiminin amaçlarının yeniden incelenmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır (Hurd, 1972). 1950’li yılların sonunda Paul Hard (1958) ilk defa bilim okuryazarlığından bahsetmiştir (DeBoer, 2000). 1950’li yılların sonunda bilim okuryazarlığına olan ilginin sebebi Amerikan bilim insanlarının Sovyetlerin Sputnik uzay aracını göndermesine karşılık verebilmek için bilimde halkın desteğini alma olmuş olabilir (Laugksch, 2000). Daha sonra bilim okuryazarlığı kavramı uluslararası eğitim sloganı ve çağdaş bir eğitim hedefi haline gelmiştir (Laugksch, 2000). Türkiye’de de Fen Bilimleri dersi öğretim programının (MEB, 2005, 2013) hedeflerinden biri bilim okuryazarı öğrenciler yetiştirmektir. Bilim okuryazarlığının alt boyutlarından biri Fen Teknoloji Toplum ve Çevre (FTTÇ) ilişkileridir. 2017 Fen Bilimleri dersi taslak öğretim programında mühendislik disiplini de eklenerek Fen Mühendislik Teknoloji Toplum ve Çevre (FMTTÇ) bağlamı olmuştur. Bilim okuryazarı bireyler, teknolojide meydana gelen değişimlerin bilim ve doğal çevreyle olan ilişkisini kurabilmektedir. Günümüzde teknoloji hızla ilerlemektedir ve değişmektedir. Dijital yerliler diye isimlendirilen günümüz 21.yy. öğrencilerinin eğitiminde güncel teknolojilerin kullanılması gerekmektedir. Bu güncel teknolojilerden biri de eğitim alanında kullanılan robotlardır.

Çalışmanın bu bölümünde çalışmanın kavramsal yapısını oluşturan eğitsel robotik, STEM eğitimi, 21.yy. becerilerinden bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerileri, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreçleri, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) ve öz-yeterlik alanyazınından bahsedilmiştir.

2.1. Eğitsel Robotik (ER)

Robot, yönergelere bağlı kalarak verilen görevi yerine getirebilen mekanik araçlardır (L. Prayaga, Prayaga, Whiteside ve Suri, 2015). Robotik ise, robotların çalışma ve kullanımını ifade eden, robotların inşa etme, tasarım ve programlama süreçlerini içeren teknoloji alanıdır (Wood, 2003). Robotik milattan önce 350'li yıllarda matematikçi Archytas'ın buharlı mekanik kuşu ve Leonardo Da Vinci'nin 1495'teki mekanik zırhlı şövalyesi ile başlayan (Yılmaz, Özcelik, Yılmaz ve Nekovei, 2013) ve modern toplumu ileriye götürecek bir alandır. "Robot" kelimesinden ilk defa 1921'de Çekoslovak yazar Karel Capek'in "R.U.R" (Rossum's Universal Robot) oyununda bahsedilmiştir ve verilen zihinsel ve fiziksel işlevleri yerine getiren mekanik araçlar olarak tanımlanır (Dirik'ten aktaran Çırak ve Yörük, 2015). Ayrıca, bugünkü robot teknolojisinin temelini El-Cezeri'nin (1136-1206) yaptığı otomatik makineler oluşturmuştur denilebilir (Çırak ve Yörük, 2015). El-Cezeri, sibernetiğin ve robotiğin önemli uygulamalarını bilim dünyasına kazandırmıştır. 1940'ta Amerikalı yazar Isaac Asimov kısa robotik öyküler yazmıştır (Kumar, 2010). Öykülerinden uyarlanan bilim kurgu filmleri çekilmiştir ve 3 Robot Yasası'nı yazmıştır. Son zamanlarda uzay araştırmalarında, tarımda, ev araçlarında, medikal araçlarda ve eğitimde çeşitli robotik sistemler gelişmektedir (Barker, Nugent, Grandgenett ve Adamchuk, 2012).

Robotik son zamanlarda popüler bir alan haline gelmiştir (Klassner, 2002; Ryu, Kwak ve Kim, 2008). Bilimsel, teknolojik gelişmeler ve toplumsal ihtiyaçlar robotik aktivitelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Yılmaz, Özcelik, Yılmaz ve Nekovei, 2013). Alanyazında eğitsel robotiğin okul öncesi dönemden üniversiteye kadar olan tüm düzeydeki mühendislik ve fen eğitiminin doğasını etkileyecek potansiyele sahip ve gelişen bir alan olduğu vurgulanmaktadır (Alimisis, 2013; Mataric, 2004). Günümüzde robotiğin eğitim alanında kullanılması *eğitsel robotik* (ER) kavramını ortaya çıkarmıştır. ER temelde bilgiyi keşfetme amacı olan bilgisayar, elektrik malzemeleri ve programdan oluşan bir sistem olarak tanımlanabilir (Junior, Neto, Hernandez, Martins, Roger ve Guerra, 2013).

Matematikçi Seymour Papert (1993) öğrenmeyi ve öğretmeyi desteklemek için eğitimde robotları kullanan ilk kişidir. Papert ilk defa LOGO programlama dilini (1960) ve komut verilen yönergeleri yapan kaplumbağa robotunu daha sonra ise LEGO Mindstorms'u geliştirmiştir. Piaget'in öğrencisi olan Papert'ın (1980) inşacılık (contructionism) teorisi Piaget'in (1971) yapılandırmacılık (constructivism) öğrenme teorisine dayanmaktadır (Ackermann, 2001; Alimisis ve Kynigos, 2009; Bers, 2008). Piaget ve Papert'ın her ikisi de çocukların bilgiyi zihinlerinde yapılandırdığını savunan yapılandırmacı öğrenme teorisini

benimser. Onlara göre bilgi ve dünya yapılandırılmıştır ve kişisel deneyimlerle tekrardan yapılandırılırlar. Bilgi öğretmenden öğrenciye aktarılmamakta olup öğrenenin zihninde yapılandırılır (Han ve Bhattacharya, 2001) ve kişisel deneyimlerle oluşturulur. Piaget ve Papert'ın her ikisi de gelişimsel süreci vurgulamaktadır fakat Papert'ın inşacılık teorisinde öğretimin ve öğrenmenin teknoloji ile tasarlandığı vurgulanmaktadır (Ackermann, 2001). Piaget'in teorisi bilginin insan zihninde nasıl yapılandırıldığını açıklamaya çalışırken Papert zihinde yapılandırılan bilgiye destek olacak şekilde gerçek hayatta inşa edilen yapıların, ürünlerin rolüne odaklanmaktadır. Diğer bir deyişle, Papert gerçek hayatta ürün tasarlayanın bilgiyi daha anlamlı kılacağını söylemektedir (Alimisis, Moro, Arlegui, Pina, Frangou ve Papanikolaou, 2007). Sonuç olarak, inşacılık hem öğrenme teorisidir hem de eğitim stratejisidir (Bers, 2008; Han ve Bhattacharya, 2001). İnşacı öğrenme teorisinin odağı yaparak öğrenme (Papert ve Harel, 1991) veya tasarlayarak öğrenmedir (Ackermann, 2004). İnşacı öğrenme ortamları öğrenenin kendi elle tutulur objelerini ve ürünlerini üretmelerini destekleyecek şekilde düzenlenmelidir (Eguchi, 2012). İnşacı teori yaparak, programlayarak, keşfederek ve kendi objelerini tasarlayarak öğrenme sürecine entegre olan çocuklara ve yetişkinlere teknolojik olarak zengin ve tasarım temelli öğrenme ortamı sunar. Alimisis ve Kynigos'a (2009) göre okul ortamındaki robotik projeleri ve aktiviteleri robotiğin öğrenme sürecinde sahip olduğu role göre iki grupta sınıflandırılabilir. Öğrenme nesnesi olarak robotik, robotiğin kendisinin çalışıldığı eğitim aktivitesi olarak tanımlanmaktadır. Öğrenme aracı olarak robotik ise robotiğin diğer konuların öğretildiği eğitim aktivitesi olarak tanımlanmaktadır. Robotik teknoloji, bilgisayar, mühendislik ve fen alanlarını bir araya getiren disiplinlerarası doğasından dolayı öğrencilerin motivasyonunu ve öğrenmesini artıran eğitsel bir araçtır (Rockland, Bloom, Carpinelli, Burr-Alexander, Hirsch ve Kimmel, 2010). ER teknolojisi bir öğrenme aracı olarak görülebilir (Eguchi, 2012; Frangou, Papanikolaou, Aravecchia, Montel, Ionita, Arlegui ve Monfalcon, 2008). Öğrenme aracı olarak robotik disiplinlerarasıdır ve fen, matematik ve bilişim alanlarında proje tabanlı öğrenme aktivitesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Alanyazındaki çalışmalardan ER'nin eğlenceli bir öğrenme ortamı yarattığı, bilişsel ve duyuşsal anlamda öğrenenlere katkılar sunduğu görülmektedir. Küçük ve Şişman'ın (2017) çalışmasında öğretmenlerin robotik öğretim sürecinin öğrencilere eğlenceli bir öğrenme ortamı sağladığı görüşleri ortaya çıkmıştır. Başaran (2018) FBÖA'ların Scratch-Arduino uygulamalarını eğlenceli bulduklarını tespit etmiştir. Erdoğan'ın (2019) yaptığı çalışmada FBÖA'lar robotik LEGO uygulamalarının eğlenceli geçtiğini, yeni bir şeyler öğrenmenin

mutlu ettiğini ifade etmiştir. Avcı'nın (2017) yaptığı çalışmada FBÖA'lar Lego Ev3 ile uyguladıkları robotik projeleri eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir. Özdoğru'nun (2013) ve Erten'in (2019) yaptığı çalışmada 6.sınıf öğrencileri robot kitleriyle ders işlemenin eğlenceli olduğunu belirtmişlerdir. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) ilkökul öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmasında, öğretmen adayları robotik STEM uygulamalarının eğlenceli olduğunu dile getirmişlerdir. ER verimli bir öğrenme aracıdır çünkü öğrencilerin ilgisini çekecek eğlenceli öğrenme ortamı yaratır (Eguchi, 2015).

Robotlar eğitim aracı olarak kullanıldığında öğrencilerin aktif katılımı sağlanmaktadır ve öğrencilerin öğrenme süreleri kısalmaktadır (Fiorini, 2005). Robotiğin eğitime entegre edilmesi öğrencilerin uygulama, sentez, değerlendirme, grup çalışması, problem çözme, karar verme ve bilimsel araştırma gibi üst düzey düşünme becerilerinin gelişimine katkı sunmaktadır (Eteokleous-Grigoriou ve Psomas, 2013). ER matematik, teknoloji, fen, sosyal çalışmalar, müzik ve sanat gibi birçok alanı birbirine entegre ederek öğrencileri motive eder ve yaratıcılıklarını ortaya çıkarır (Eguchi, 2012). Erten'in (2019) çalışmasında özel ve devlet okulunda çalışan bilişim teknolojileri öğretmenleri robotik öğretiminin öğrencilere 21.yy. becerilerini, üst düzey düşünebilmeyi, analitik düşünebilmeyi, motor becerilerini, yaratıcılığı, problem çözme becerilerini, çok yönlü düşünmeyi, mantıksal düşünmeyi, kodlamayı somutlaştırmayı, hayal güçlerini, prototip geliştirmeyi ve dikkati yoğunlaştırmayı kazandırdığını düşünmektedirler. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3'ün parçalarının birleştirilmesi ve yapı inşa etme ile öğrencilerin psiko-motor becerilerinin gelişebileceğini ve öğrencilerin problemlere çözüm oluşturmada yaratıcı çözümler oluşturabileceklerini ifade etmişlerdir. Tunç'un (2019) çalışmasında öğretmenler STEM uygulamalarının öğrencilere K'nex ile tasarım yapmayı, mühendislik kazanımlarını, teknolojiyi kullanmayı, lehim yapmayı, sosyal becerileri, işbirlikli öğrenmeyi, fikir alış-verişi yapmayı, psiko-motor becerilerini kazandırdığını belirtmişlerdir. Akçay'ın (2018) çalışmasında robotik STEM uygulamalarının FBÖA'ların işbirliği içinde çalıştıkları ve iletişim becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Williams, Igel, Poveda ve Kapila (2012) ilk, orta ve lise düzeylerinde fen ve matematik derslerinde Lego robot setlerinin kullanımının öğrencilerin yaratıcılıklarını teşvik ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Alanyazındaki çalışmalara göre ER öğrencilerin derse karşı motivasyonlarının ve ilgilerinin artmasını sağlamaktadır. ER öğrencilerin STEM alanlarına ilgi duymasını sağlar (Eguchi, 2012). Yolcu'nun (2018) çalışmasında 6.sınıf öğrencileri programlama eğitiminde robotik setlerin kullanılmasının teknolojik araçlara karşı ilgilerini artırdığını düşünmektedirler. Oluk

ve Korkmaz'ın (2018) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri eğitsel robotların kullanımının öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artıracığından söz etmişlerdir. Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud ve Dong (2013) araştırmacıların konudan bağımsız olarak robotiğin öğrenciler için muhteşem bir motivasyon kaynağı olduğunu belirttiklerini vurgulamışlardır. Khanlari'nin (2013) çalışmasında robotik eğitimi veren elektronik mühendisi katılımcılar robotiğin öğrencilerin ilgilerini artırdığını belirtmişlerdir. Akçay'ın (2018) çalışmasında robotik STEM uygulamaları sürecinde FBÖA'ların motivasyonlarının olumlu etkilendiği gözlemlenmiştir. Üçgül (2017) eğitsel robotların öğrencilere somut öğrenmeler ve günlük yaşamla bağlantı kurmalarını sağladığı için öğrencilerin motivasyonunu artırdığını ifade etmiştir. Karademir, Cesur, Büyükgene, Kaba ve Kesici'nin (2018) çalışmasında öğretmenler robotların müzik eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin motivasyonunu artıracığını belirtmişlerdir. Kılınç'ın (2014) çalışmasında öğrenme ortamlarında robotik setlerin kullanılması öğrencilerin motivasyonunu artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Mallik, Rahman, Rajguru ve Kapila (2018) robotik destekli derslerde öğrencilerin daha çok hevesli ve motivasyonlarının yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Ruiz-del-Solar ve Avilés (2004) robotik eğitiminin oldukça motive edici etkinlikler içerdiğini söylemektedir. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya'nın (2016) çalışmasında FBÖA'lar laboratuvar dersinde aldıkları tasarım temelli fen eğitimini motivasyon artırıcı olarak betimlemişlerdir.

Alanyazındaki çalışmalara göre ER öğrencilerin öz-güvenlerinin ve derse karşı tutumlarının gelişmesini sağlamaktadır. Khanlari'nin (2013) çalışmasında robotik eğitimi veren elektronik mühendisi katılımcılar robotiğin öğrencilerin öz-güvenlerini geliştirdiği görüşlerini açıklamışlardır. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri fen bilimleri dersi öğretim programına mühendislik uygulamalarının yer almasının öğrencilere öz-güven kazandırma gibi faydalarının olduğundan bahsetmişlerdir. Başaran'ın (2019) çalışmasında FBÖA'lar robotik uygulamaların öz-güvenlerini artırdığını belirtmişlerdir. Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri robotik öğretiminin öğrencilerin öz-güvenini artırmasını bir avantaj olarak görmektedirler. Gültepe'nin (2018) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri kodlama öğrenmenin öğrencilere öz-güven kazandırdığını ifade etmişlerdir. Ek olarak, Özdoğru (2013) robotik etkinliklerin öğrencilerin fen dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerinde etkili olduğu sonucuna varmıştır. Fen bilimleri öğretmenleri robotik uygulamaların fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin derse karşı tutumlarını olumlu yönde etkileyeceğini

belirtmişlerdir (Çömek ve Avcı, 2016). Okkesim'in (2014) çalışmasında robotik etkinliklerin uygulanmasının 8.sınıf öğrencilerinin fen dersine yönelik tutumlarının kontrol grubuna göre anlamlı bir fark gösterdiği sonucuna varılmıştır.

ER'nin ayrıca günlük hayatla ilişki kurmayı sağlamada, kalıcı öğrenmeyi sağlamada, disiplinlerarası anlayış sağlamada, yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlamada, soyut kavramları somutlaştırmada ve aktif katılımı sağlamada öğrenenlere katkı sunmaktadır. Sungur Gül ve Marulcu (2014) ders araç-gereci olarak legoların kullanılmasının gerçek yaşam problemlerini sorgulamada yardımcı olduğunu vurgulamıştır. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerini kullanmanın bilgiyi günlük yaşamla ilişkilendirilmede önemli bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Eguchi (2015) eğitsel robotiğin öğrencilerin günlük yaşamda karşılaşılabileceği problemleri çözmeleri için elverişli bir ortam yarattığını söylemektedir. Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenlerinin robotik öğretiminin kalıcı öğrenmeyi sağladığı görüşlerine ulaşılmıştır. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) çalışmasında robotik entegre edilmiş STEM eğitiminin kalıcı öğrenmeyi sağladığı görüşlerine ulaşılmıştır. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) çalışmasında sınıf öğretmenleri robotik kodlamanın disiplinlerarası olmasını bilişsel bir katkı ve avantaj olarak görmektedirler. Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri robotik öğretiminin avantajı olarak yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlama şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar derste Lego Ev3 kitlerini kullanarak konuları somutlaştırıp dersi daha kalıcı yapabileceklerini belirtmişlerdir. Erdoğan, Çorlu ve Capraro (2013) robotiğin soyut ve anlaşılmasız fen konularını açıklamada avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Ersoy, Madran ve Gülbahar (2011) eğitsel robotik kullanılarak soyut kavramların somut hale getirildiğini belirtmişlerdir. Erten'in (2019) çalışmasında Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) öğretmen adayları robotik öğretiminde yararlandıkları teknolojileri tercih etme nedenlerinden biri olarak konuları somutlaştırması şeklinde ifade etmişlerdir. Nugent, Barker, Grandgenett ve Adamchuk (2010) uygulamalı deneyler aracılığıyla robotik teknolojilerinin gençlerin soyut matematik ve fen kavramlarını gerçek yaşamla ilişkilendirerek somut hale getirmelerine yardımcı olabileceğinden bahsetmişlerdir. Papert (1993) ve Bers (2008) robotiğin STEM eğitime uygun olarak kullanıldığında öğrencilerin soyut kavramları anlamalarına yardımcı olan bir araç olarak görev yaptığını belirtmiştir. Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) robotik destekli öğretimin öğrenenlerin soyut içerikleri somut ve elle tutulur bir şekilde görselleştirmesine ve anlamasına yardımcı olduğunu ifade etmektedirler. Yolcu'nun (2018)

çalışmasında öğrenciler programlama eğitiminde robotik setlerin kullanılmasının soyut kavramlarını somutlaştırdığını ifade etmişlerdir. Akçay (2018) robotik STEM uygulamalarına FBÖA'ların aktif olarak katıldığını belirtmiştir. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerinin fen bilimleri dersini interaktif bir hale dönüştürdüğünü ifade etmişlerdir. Kılınç (2014) derslerde robotik setlerin kullanılmasıyla öğrencilerin derse aktif bir şekilde katıldıklarını bu yüzden de bu setlerin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Williams, Igel, Poveda ve Kapila (2012) ilk, orta ve lise düzeylerinde fen ve matematik derslerinde Lego robot setlerinin kullanımında öğrencilerin ders sürecince aktif olduklarını belirtmişlerdir. Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) robotiğin öğrencilerin sınıfta aktif katılımını sağladığını ifade etmektedirler. Yolcu (2018) robotik setlerin kullanılmasıyla öğrencilerin süreçte aktif olarak özgün ürünler ürettiklerini belirtmiştir.

ER'nin eğlenceli öğretim ortamı sağlaması, öğrenenlere bilişsel olarak katkı sağlaması ve öğrenenlerin duyuşsal özelliklerine etki etmesinin yanı sıra alanyazında sınırlılıklarının olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 robot kitlerini ders saatlerinin az olması nedeni ile ders içerisinde kullanmak istemediklerini belirtmişlerdir. Cavas, Kesercioglu, Holbrook, Rannikmae, Ozdogru ve Gokler'in (2012) çalışmasında robotik kursların örgün eğitim sınıflarında kullanılmasında para ve zaman gibi sınırlılıkların olduğu belirtilmiştir. En önemli sınırlılıklardan birinin Lego Mindstorms NXT robotik kitinin ücretinin olduğunu belirtmişlerdir. Ardından robotlarla çalışmanın robotlarla ve programlama ile ilgili ödevleri yapabilmek için blok ders saatleri gerektirdiğini vurgulamışlardır. Rahman, Krishnan ve Kapila'nın (2017) çalışmasında TPAB yaklaşımıyla işlenen robotik destekli dersleri öğretirken öğretmenlerin karşılaştıkları kısıtlamalar ders saatlerinin süresinin az olması ve teknoloji destekli derslerin öğretimi için uygun sınıf ve laboratuvar koşullarının olmaması şeklinde belirtilmiştir. Oluk ve Korkmaz (2018) bilişim teknolojileri sınıflarının durumunu ve öğrenci sayısını göz önünde bulundurarak eğitsel robotlarla mevcut okullarda etkinlik yapmanın zor olacağını ifade etmiştir. Bilişim teknolojileri öğretmenleri eğitsel robotların derste kullanımına yönelik ders saatlerinin eğitim için az olduğunu söylemektedirler (Oluk ve Korkmaz, 2018). Ayrıca, bilişim teknolojileri öğretmenleri sınıfların eğitsel robotların eğitimde kullanılması için uygun olmadığını belirtmişlerdir (Oluk ve Korkmaz, 2018).

Alanyazındaki çalışmalar robotik destekli derslerin uygulanmasında öğretmenlerin zorluklar yaşadığından bahsetmiştir. Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) TPAB yaklaşımıyla işlenen

robotik destekli dersleri öğretirken öğretmenler zaman kısıtlaması, ders saatlerinin az olması, okul yönetiminin ilgisinin ve desteğinin eksikliği, robot ve bilgisayar gibi teknolojik materyallerin eksikliği, teknoloji destekli ders işlemek için uygun sınıfların ve laboratuvarların olmaması, tüm yıl boyunca robotiği kullanarak ders işlemeye öğretim programının uygun olmaması, teknolojik içeriklere karşı öğrencilerin ilgisinin eksikliği gibi zorluklarla karşılaşmışlardır. Cavas vd. (2012) okul saatleri dışında verdikleri Lego Mindstorm temelli robotik kursunun altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine olumlu katkılar sağlaması yanında bu kursun okul öğretim programı dahilinde uygulanmasında zaman ve para gibi konularda zorluk yaşanacağını ifade etmişlerdir. Oluk ve Korkmaz'ın (2018) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri eğitsel robotlar hakkında pahalı olması, ders saatlerinin az olması, sınıfların eğitim için uygun olmaması, projelerin tekrara düşerek yaratıcılığı baltalaması gibi olumsuz görüşlere sahiptirler.

Son zamanlarda okullarda fen eğitiminde robot kullanımına yönelik artan bir ilgi vardır (Altın ve Pedaste, 2013) fakat yapılan bazı çalışmalar robotiğin eğitimde çok fazla kullanılmadığını göstermektedir (Papanikolaou, Frangou ve Alimisis, 2009). Robotik eğer öğretim programının bir parçası haline gelmezse etkisi minimum düzeyde kalacaktır (Altın ve Pedaste, 2013). Sonuç olarak, robotik öğretim programlarına hem öğrenme objesi olarak hem de öğrenme aracı olarak entegre edilmelidir.

Robotik projeleri merak uyandıran ve STEM kavramlarını başarılı bir şekilde öğretebilen bir pedagojik eğitim aracıdır (Mead, Thomas ve Weinberg, 2012). Bazı araştırmalar robotiğin STEM eğitimi konularını ve aktif katılımlı aktiviteleri öğretmede etkili bir araç olduğunu göstermektedir (Benitti, 2012; Eguchi, 2010; Jim, 2010; Mataric, Koenic ve Feil-Seifer, 2007). Bu çalışmada inşacı öğrenme teorisi benimsenmektedir ve robotiğin öğrencilerin bilgi, beceri ve ilgilerini artırmasından dolayı STEM eğitimi için bir eğitim aracı olarak kullanılmıştır.

2.2. STEM (Fen Teknoloji Mühendislik Matematik) Eğitimi

“... Geleceğin liderliği, öğrencilerimizi özellikle (STEM) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında nasıl eğiteceğimize bağlıdır”.

Barack Obama, 2010

1990'da Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation) "Science", "Technology", "Engineering" ve "Mathematics" (STEM) için "SMET" kısaltmasını kullanıyordu (Bybee,

2013; Sanders, 2009). Türkçe anlamı sürme olan "Smut" kelimesi ile anlam kargaşası oluşturduğu için "STEM" kısaltması tercih edilmeye başlanmıştır. Türkiye'de ise açılımı Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik olan FeTeMM (STEM) kısaltması kullanılmaktadır. Bu çalışmada STEM kısaltması kullanılmıştır.

Dünyada ve ülkemizde STEM kısaltmasının Politik STEM, Popüler STEM ve Pedagojik STEM olmak üzere 3P harfi ile temsil edilen üç farklı yorumu vardır (Çorlu ve Çallı, 2017). Sanders (2009) eğitimcilerin STEM'i işgücünde kullanılan ayrı ayrı disiplinler olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematikten ayırt edebilmek için STEM eğitimi olarak isimlendirmesini söylemektedir. STEM eğitiminin tanımlarının doğruluk ve anlaşılabilirlik bakımından da eksik olduğunu vurgulamaktadır. STEM eğitimi tanımlamak biraz karmaşıktır çünkü eğitimciler, araştırmacılar, politikacılar ve kurumlar farklı anlamlar yüklemektedirler (Babb, Paulino, Miwa, Dianne, Gabriela, Krista ve Sharon, 2016). Salinger ve Zuga (2010) da STEM eğitiminin tanımında bir karışıklık olduğunu savunmakta ve STEM'deki teknoloji alanının hatalı bir şekilde öğretim teknolojileri olarak düşünüldüğünü belirtmektedir. Halbuki "T" teknoloji eğitimi disiplinini temsil etmektedir (Sanders, 2009; Salinger ve Zuga, 2010).

Alanyazında farklı STEM eğitimi tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlar aşağıda verilmiştir:

- Sanders (2009) STEM eğitimi iki ya da daha fazla STEM disiplinleri arasındaki veya STEM konusu ile diğer okul konuları arasındaki öğrenmeyi ve öğretmeyi keşfeden yaklaşım olarak tanımlamıştır.
- STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerinde öğrencilerin öğrenmelerini sağlayabilmek için teknoloji ve mühendislik tasarım ilkelerinin kullanılmasıdır (Akgündüz, 2016; Bybee, 2010; Felix ve Harris, 2010).
- STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin konu ve günlük hayat problemleri arasındaki ilişkiye dayanan bir sınıfta birbirleriyle entegre edilmesine yönelik bir çabadır (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012)
- STEM eğitimi STEM disiplinlerinin kesişiminde bu disiplinlerin birlikte oluşturduğu inanç, bilgi ve becerileri içermektedir. STEM eğitimi merkezde bulunan disipline ait özel bilgi ve becerilerin en az birinin diğer STEM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesi olarak tanımlanmaktadır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

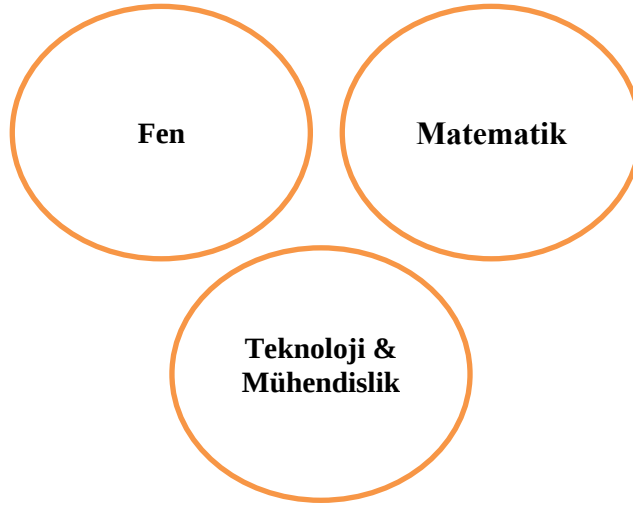
- STEM eğitimi disiplinlerarası yaklaşımı içeren fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birbirleriyle entegrasyonunu hedefleyen bir öğretim sistemi olarak tanımlanabilir (Akgündüz vd., 2015).

Bazı araştırmacılar ise dört disiplinin bütünleştirilmesi gerekmediğini düşünmektedirler (örn. Kelley ve Knowles, 2016; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012; Vasquez, 2015). Kelley ve Knowles (2016) STEM eğitiminin her koşulda bütünleştiremeyeceğini belirtmektedir. Fen ve matematik alanı için gerekli olan bilginin mühendislik alanı için özgün bir uygulama sağlamayabileceğini örnek olarak vermişlerdir. Bybee'ye (2013) göre ise STEM iki ya da üç disiplinin bütünleşmesi demektir.

Morrison (2006) STEM eğitimi ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemiştir. Bu kavram yanlışları şunlardır:

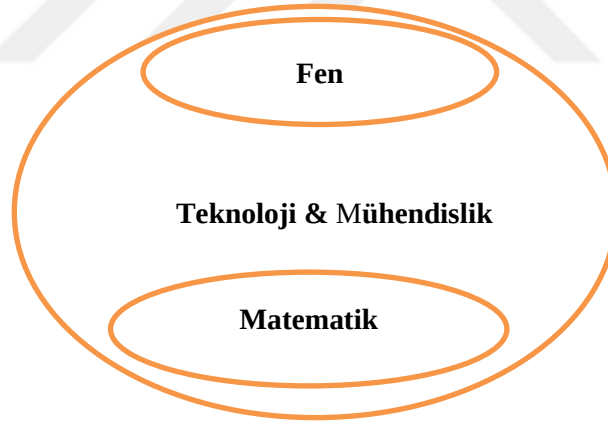
- Teknoloji ve mühendislik sonradan eklenilen ders yükü gibi görülmektedir.
- Teknoloji okul ve öğrenciler için ilave bilgisayarlar anlamına gelmektedir.
- Teknoloji kelime işlemcisi anlamına gelmektedir.
- Aktif katılımlı demek aktif öğrenme demektir.
- STEM laboratuvar çalışmalarını ve bilimsel metodu göz ardı etmektedir.
- STEM ile eğitilmiş tüm öğrenciler teknik alanları seçmeye zorlanacaktır.
- Matematik eğitimi fen eğitiminden ayrı tutulmaktadır.
- STEM sadece işgücü sağlamaktadır.
- Teknoloji eğitimi ve mühendislik birbirinden ayrıdır ve sıkıntılı alanlardır.
- Teknoloji eğitmeni fen ve matematik öğretmez.
- Mühendisler fen ve matematik öğretmez.

Roberts ve Cantu (2012) STEM eğitimi öğretimine ilişkin 3 yaklaşımdan bahsetmiştir. Bunlar silo (bkz. Şekil 2.1), gömülü (bkz. Şekil 2.2) ve bütüncül (bkz. Şekil 2.3) yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlar arasındaki fark STEM alanlarının kullanılma derecesinden kaynaklanmaktadır. Silo yaklaşımı STEM disiplinlerinin ayrı bir şekilde öğretimidir (Dugger, 2010). Bu yaklaşım öğretmen merkezli sınıfı benimsemektedir ve öğrencilere yaparak öğrenme şansı çok az verilmektedir (Morrison, 2006). Dugger (2010) F–T–M–M olarak şematize etmiştir. Silo yaklaşımı Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



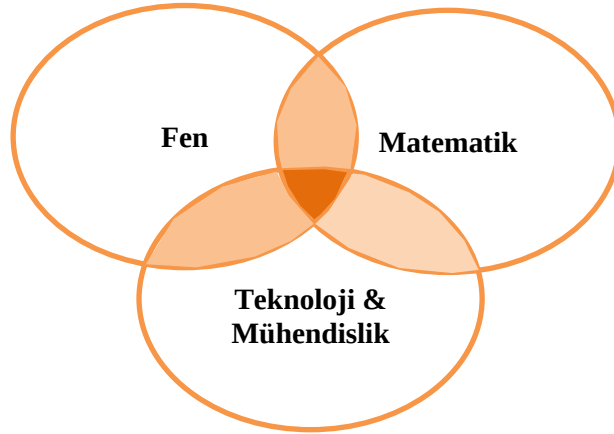
Şekil 2.1. STEM eğitiminde silo yaklaşımı

STEM eğitiminde gömülü yaklaşımda her bir daire STEM disiplinini temsil etmektedir. En az bir disiplinindeki alan bilgisi diğerinin bağlamı içerisinde yer almaktadır. Gömülü yaklaşımda teknoloji disiplini vurgulanmıştır. Gömülü yaklaşım Şekil 2.2'de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. STEM eğitiminde gömülü yaklaşım

STEM Eğitiminde bütünleşik yaklaşımda ise STEM disiplinleri bir disiplin gibi düşünülür. Bütünleştirme en az iki disiplinle yapılabilir fakat iki alan ile kısıtlanmamaktadır. Bütünleşik yaklaşım Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3. STEM eğitiminde bütünlük yaklaşım

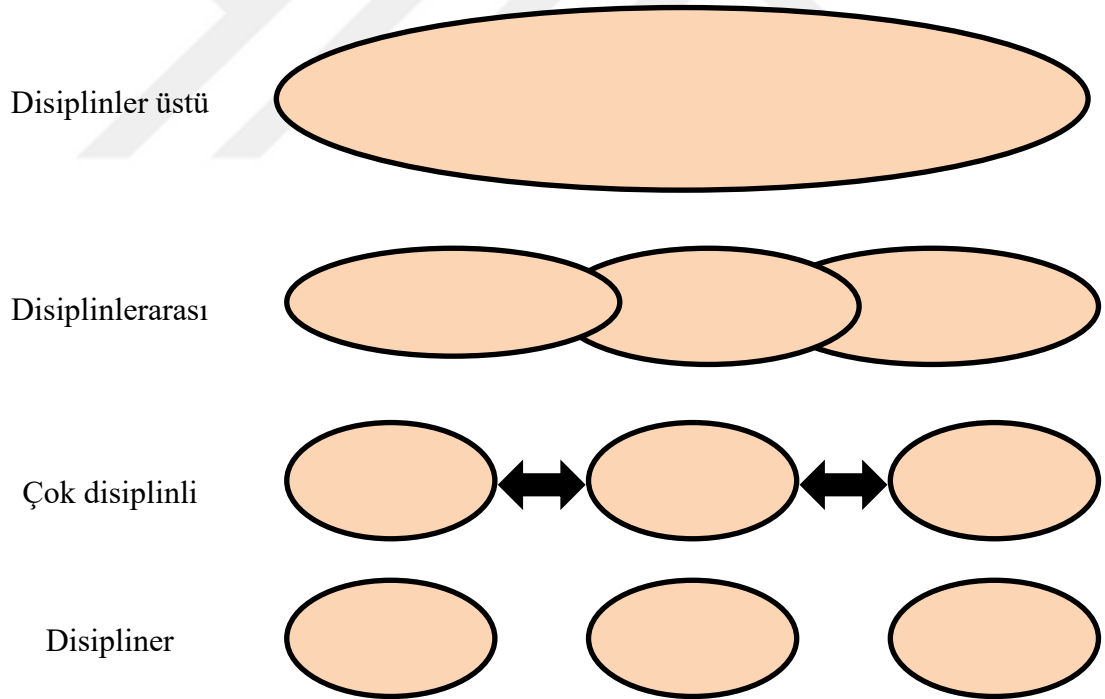
Dugger (2010) STEM eğitimindeki dört disiplinin, vurgunun bir veya iki disiplinde olarak bütünlendirilebileceğini belirtmiştir. Vurgunun fen ve matematikte olmasını SteM (STEM) olarak şematize etmiştir. Bir diğer yol ise bir disiplinin diğer üç disiplin ile bütünlendirilmesidir. Örnek olarak mühendislik disiplini fen, teknoloji ve matematik disiplinleriyle bütünlendirilebilir. Şekil 2.4'teki gibi şematize edilmiştir.



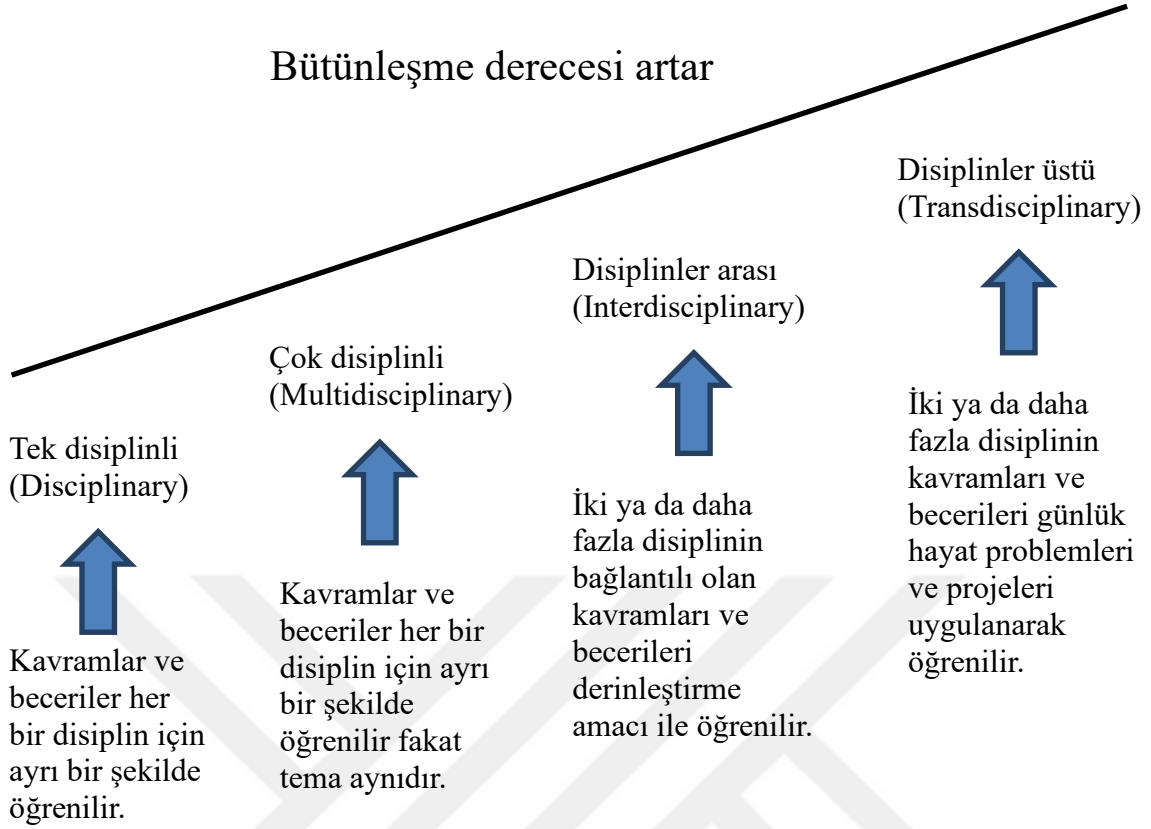
Şekil 2.4. Mühendislik alanının fen, teknoloji ve matematik alanlarıyla bütünlendirilmesi

STEM disiplinlerinin bütünlendirilmesi bir çeşit öğretim programı bütünlendirmesidir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Öğretim programı bütünlendirme kavramı karmaşık ve zorlayıcıdır çünkü disiplinlerin bütünlendirilmesi farklı disiplinleri bir araya koymaktan daha farklıdır. Bu durum Aristoteles'in "Bütün, parçaların toplamından fazladır" ifadesi ile açıklanabilir. Hartzler'in (2000) meta analiz çalışması, disiplinlerin bütünlük öğretilmesinin disiplinlerin ayrı ayrı öğretilmesine göre öğrencilerin öğrenmesinde daha etkili olduğunu göstermektedir. Drake ve Burns (2004) öğretim programı bütünlendirmesine yönelik 3 bakış açısından bahsetmiştir. Bunlar çok disiplinli (multidisciplinary), disiplinlerarası (interdisciplinary) ve disiplinler üstü (transdisciplinary) yaklaşımlardır. Üç yaklaşım arasındaki fark disiplinler arasındaki ayrımın ne kadar olduğu ile ilgilidir. Lederman ve Niess (1997) çok disiplinli ve disiplinlerarası kavramları arasındaki

ayrımı yapmak için tavuklu şehriyeli ve domatesli çorba karışımı metaforlarını kullanmışlardır. Çok disiplinli (multidisciplinary) kavramı için tavuklu şehriyeli çorba metaforu kullanılmıştır çünkü her bir içerik kendi özelliğini korumakta ve heterojen bir karışım oluşturmaktadır. Diğer bir yandan disiplinlerarası (interdisciplinary) kavramı için domates çorbası metaforu kullanılmıştır çünkü bütün içerikler birbiri ile karışmıştır ve birbirinden ayrılmayacak şekilde homojen karışım oluşturmaktadır. Drake (1998) çok disiplinli yaklaşımı farklı sınıflarda farklı disiplinlerin aynı temayı konu alması olarak tanımlamıştır. Disiplinlerarası yaklaşımı, farklı disiplinlerin aynı anda aynı temayı konu alması olarak tanımlamıştır. Disiplinler üstü yaklaşım ise bir disiplinle değil, gerçek hayat bağlamı ile başlar. Drake (1998) disiplinler üstü yaklaşımda "Su" kavramının sosyal, politik, ekonomik, medyatik, küresel, çevresel ve teknolojik açılardan incelenebileceğini örnek olarak vermiştir. Disiplinler üstü yaklaşımda 4 disiplinin bir gerçek hayat problemi bağlamında bütünleştirilmesi söz konusudur. Şekil 2.5'te bu yaklaşımlar şematize edilmiştir. Şekil 2.6'da ise STEM bütünleştirme derecesi gösterilmiştir.



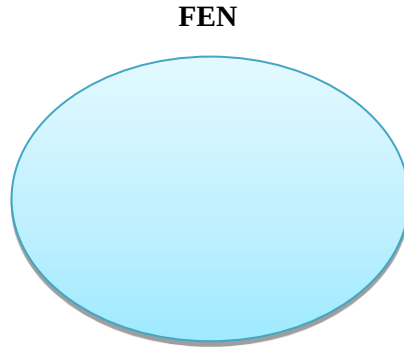
Şekil 2.5. Öğretim programı bütünleştirme yaklaşımları



Şekil 2.6. Eğitim düzleminde STEM bütünleştirme derecesinin gösterimi. “*STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*”, J. A. Vasquez, C. Sneider, and M. Comer, 2013, Portsmouth, NH: Heinemann kaynağından uyarlanmıştır.

Bybee (2013) ise STEM'e yönelik 9 bakış açısını özetlemiştir. Bu bakış açıları şu şekildedir:

1. STEM sadece fen (ya da matematik) anlamına gelmektedir. STEM yalnızca fen gibi bir disiplini veya fizik, biyoloji gibi bir özel disiplini temsil etmektedir. Şekil 2.7de tek disiplin referansı gösterilmektedir.



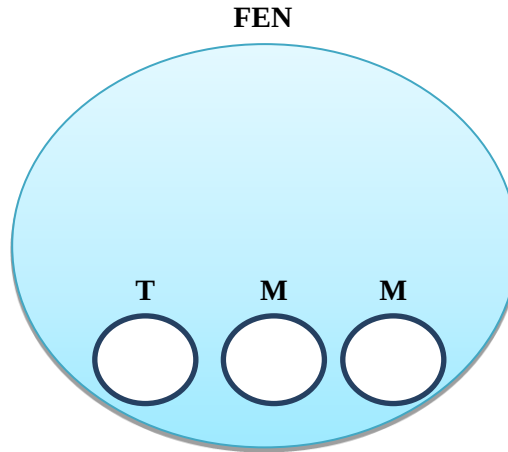
Şekil 2.7. Tek disiplin referansı (single discipline reference)

2. STEM hem fen hem matematik anlamına gelmektedir. STEM feni ve matematiği silo yaklaşımında olduğu gibi ayrı ayrı temsil etmektedir. Fen ve Matematik referansı olarak STEM Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



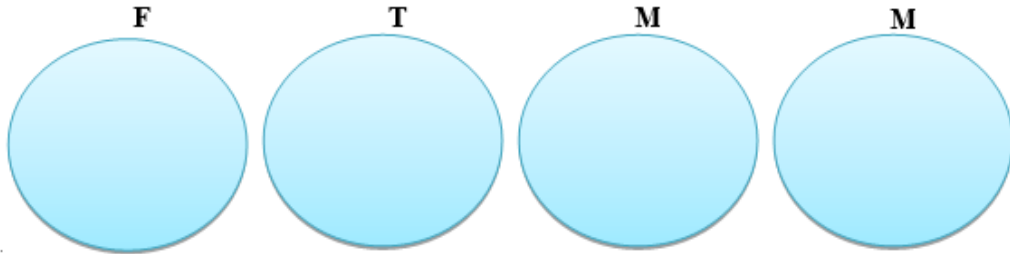
Şekil 2.8. Fen ve Matematik referansı olarak STEM (STEM as a reference for science and mathematics)

3. STEM fen anlamına gelmektedir ve teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle bütünleşir. Bu bakış açısına göre merkezde bir disiplin vardır ve diğerlerini gerektiğinde bütünleştirmeyi içermektedir. Örnek olarak fen bilgisi öğretmeni fen ile teknolojiyi ve mühendisliği bütünleştirebilir. Şekil 2.9’da diğer disiplinlerle bütünleşen ayrı fen disiplini bakış açısı gösterilmiştir.



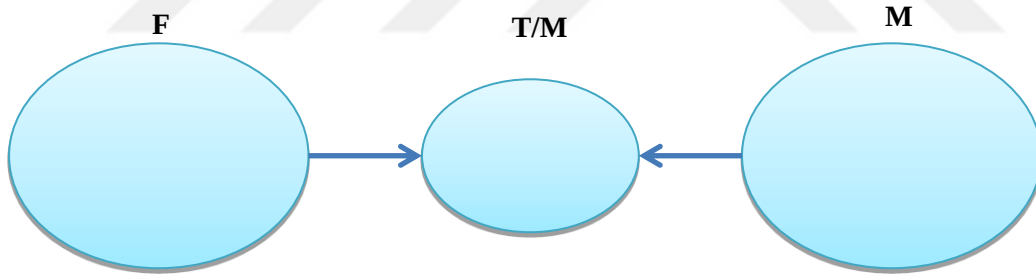
Şekil 2.9. Diğer disiplinlerle bütünleşen ayrı fen disiplini

4. STEM dört ayrı disiplin demektir. Silo yaklaşımında olduğu gibi 4 ayrı STEM disiplinleri bir ders kapsamında öğretilmektedir (Dugger, 2010). Şekil 2.10’da ayrı disiplinler olarak STEM eğitimi bakış açısı gösterilmiştir.



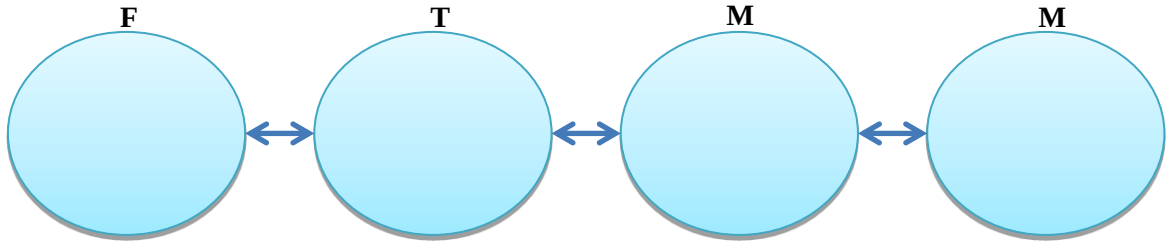
Şekil 2.10. Ayrı disiplinler olarak STEM eğitimi

5. STEM fen ve matematik demektir ve teknoloji veya mühendislik ile bütünleşebilir. Bu bakış açısı fen ve matematik disiplinlerini teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin yardımı ile bütünleştirilebileceğini kapsar. Teknoloji veya mühendislik programı ile birleşen fen ve matematik bakış açısı Şekil 2.11’de gösterilmiştir.



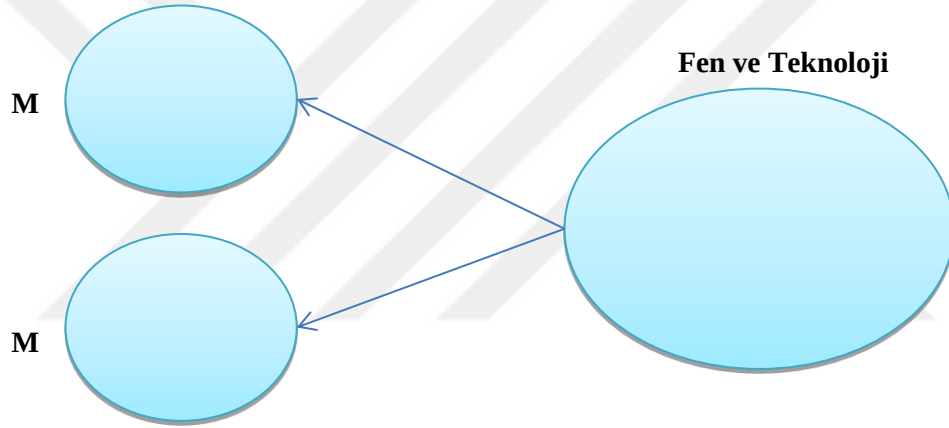
Şekil 2.11. Teknoloji veya mühendislik programı ile birleşen fen ve matematik

6. STEM disiplinlerarası işbirliği anlamına gelmektedir. Fen bilgisi öğretmeni fen dersinde kullanılacak olan matematik bilgisini matematik öğretmeninden anlatmasını isteyebilir. Bu bakış açısına göre grafik çizimin gerekli olduğu fen dersinde matematik öğretmenin grafik çizmeyi öğretmesi fen bilgisi ve matematik öğretmeni arasındaki işbirliğine örnek olarak verilebilir. Disiplinlerarası işbirliği bakış açısı Şekil 2.12’de gösterilmiştir.



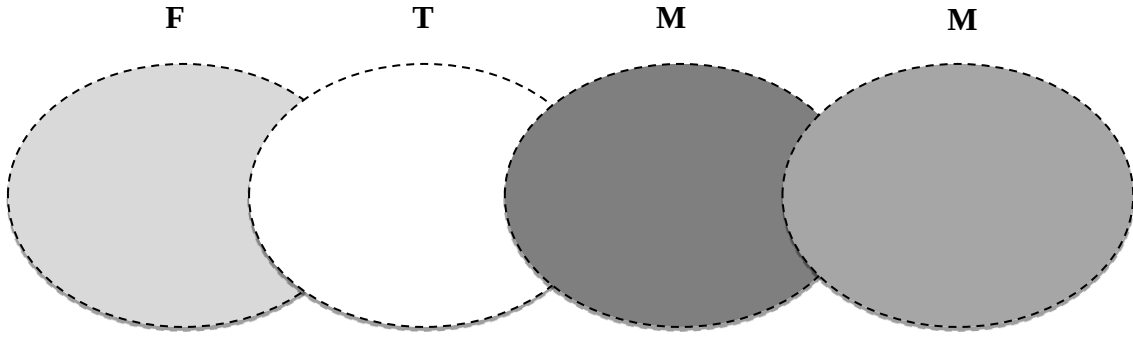
Şekil 2.12. Disiplinlerarası işbirliği

7. STEM iki ya da üç disiplinin bütünleşmesi demektir. STEM iki disiplinin bütünleşmesi şeklinde olabilir ve daha karmaşık modeller üç ya da dört disiplinin bütünleşmesiyle oluşur. Bu bakış açısı fen ve teknolojinin mühendislik alanıyla bir ders kapsamında bütünleştirilmesini içerir. İki ya da üç disiplinin bütünleşmesi Şekil 2.13’te gösterilmiştir.



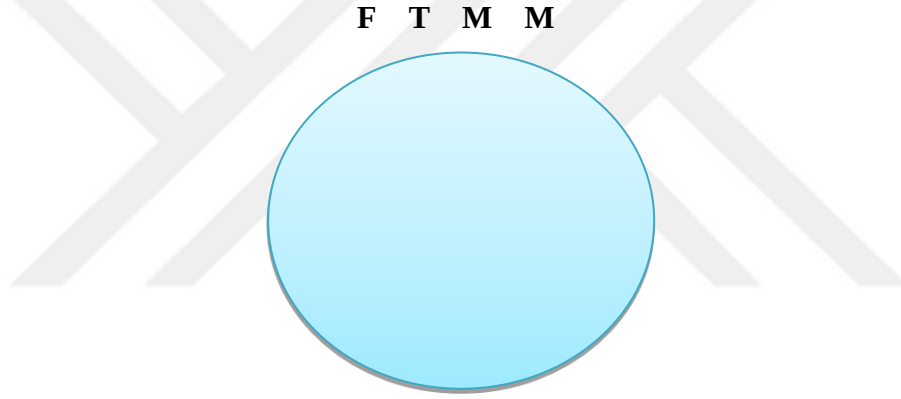
Şekil 2.13. İki ya da üç disiplinin bütünleşmesi

8. STEM örtüşen disiplinlerin bütünleşmesi anlamına gelmektedir. Bir ders kapsamında sırayla bütün disiplinlerin kullanılması anlamına gelmektedir. Örnek olarak bir öğrenci fen problemini çözerken sırayla tüm disiplinlerden yardım alabilir. Örtüşen disiplinlerin bütünleşmesi Şekil 2.14’te gösterilmiştir.



Şekil 2.14. Örtüşen disiplinlerin bütünleşmesi

9. STEM disiplinler üstü bir program veya kurstur. Bu bakış açısı dört disiplinin bütünleştirilmesini kapsar. STEM dört disiplinin bütünleştirilmesi Şekil 2.15'te gösterilmektedir.



Şekil 2.15. STEM dört disiplinin bütünleştirilmesi

Bütünleşik STEM eğitimi tanımları aşağıda verilmiştir:

- Sanders ve Wells (2010) bütünleşik STEM eğitimini fenin ve/veya matematiğin içeriğini ve sürecini teknolojinin ve/veya mühendisliğin içeriği ve süreci ile kasıtlı olarak bütünleştirmeyi amaçlayan teknolojik/mühendislik tasarım temelli öğrenme yaklaşımı olarak tanımlamışlardır. Bütünleşik STEM eğitimi sanat ve sosyal çalışmalar gibi diğer okul konuları ile bütünleştirilerek iyileştirilebilir.
- Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig (2014, s. 38) bütünleşik STEM eğitimini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin hepsinin veya bir kısmının konu ve günlük hayat problemi arasındaki ilişkiye dayanan bir sınıfta, ünite veya derste birleştirilmesi olarak tanımlamışlardır.

- Kelley ve Knowles (2016, s. 3) bütünleşik STEM eğitimini öğrenenlerin öğrenmelerini sağlamak için iki ya da daha fazla STEM alanlarının konularını özgün bağlamları içerisindeki STEM uygulamalarına bağlı kalarak öğretmeye yönelik bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlamışlardır.

Dugger (2010) STEM çalışmalarının her bir disiplinin ayrı bir bilgi parçası gibi öğretilmesi yerine bütünleşik olarak öğretilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Birçok araştırmacı da STEM eğitiminin bütünleşik yaklaşım ile öğretilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Laboy-Rush, 2011; Mahoney, 2010; Sanders, 2009; Wang vd., 2011). Ayrıca, disiplinlerarası ve disiplinler üstü yaklaşımları özgün STEM uygulamaları için en ideal yaklaşım olarak belirlenmiştir (Force-STEM Task Force Report, 2014). Fakat, son zamanlarda STEM disiplinleri silo yaklaşımı (disipliner) ile öğretilmektedir (Laboy-Rush, 2011; Vasquez, 2015; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011).

Alanyazındaki çalışmalar STEM uygulamalarının öğrenenlerin 21.yy. becerilerinin gelişimini sağladığını ve motivasyon, ilgi, öz-güven ve tutum gibi duyuşsal özelliklerin gelişimine katkı sağladığını göstermektedir. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM uygulamalarının öğrencilere yaratıcı düşünmeyi, eleştirel düşünmeyi, problem çözme ve araştırma sorgulamayı sağladığından bahsetmişlerdir. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) STEM etkinliklerinin kimya öğretmen adaylarına yaratıcılık, grupta çalışma ve problem çözme becerisi kazandırdığını belirtmişlerdir. Yamak, Bulut ve Dünder (2014) ise STEM etkinliklerinin ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel araştırma ve sorgulama yapmalarını sağladığını ortaya koymuşlardır. Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında FBÖA'lar STEM uygulamalarının psikomotor, yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve araştırma yapmalarını sağladığını düşünmektedirler. Tunç'un (2019) çalışmasında STEM bütünleşik öğretmen çerçevesine yönelik hizmet içi programın matematik, fen bilimleri ve bilişim teknolojileri öğretmenlerinin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, takım çalışması, problem çözme, tasarım yapma, araştırma, hataları keşfetme ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin üst düzey düşünme, grupta çalışma, problem çözme, sorgulama ve psiko-motor becerilerinin gelişimini sağladığı belirtilmiştir. Ek olarak, Bakırcı ve Kutlu'nun çalışmasında (2018) fen bilimleri öğretmenleri, Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında FBÖA'lar STEM yaklaşımının öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artıracaklarını belirtmişlerdir. Ensari'nin (2017) çalışmasında fizik öğretmen adayları

STEM etkinlikleri hazırlarken motivasyonlarının yüksek olduğundan söz etmişlerdir. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin öz-güvenini geliştirdiği, motivasyonlarını artırdığı ve meraklarını uyandırdığı ifade edilmiştir. Tunç'un (2019) ve Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında öğretmenler STEM uygulamalarının öğrencilerin öz-güvenini artırdığını düşünmektedirler. Akdağ ve Güneş'in (2017) çalışmasında fen lisesi öğrencileri enerji konusunda yapılan STEM uygulamalarıyla fizik dersinin daha zevkli hale geleceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, öğrenciler Mühendislik mesleği ile ilgili düşüncelerinin olumlu yönde değiştiğini söylemişlerdir.

Alanyazındaki çalışmalar STEM uygulamalarının ayrıca kalıcı öğrenmeyi, günlük yaşamla ilişki kurmayı, proje ürünü üretmeyi, disiplinlerarası bakış, yaparak yaşayarak öğrenmeyi, aktif katılımı ve soyut kavramları somut hale getirmeyi sağladığını belirtmektedir. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya (2016) FBÖA'ların laboratuvar dersinde aldıkları tasarım temelli fen eğitiminin kalıcı öğrenmeler sağladığı görüşlerine sahip olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar'ın (2017) çalışmasında kimya öğretmen adaylarının, Ensari'nin (2017) çalışmasında fizik öğretmen adaylarının, Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında FBÖA'ların STEM etkinliklerinin kalıcı öğrenmeyi sağladığı görüşlerine ulaşılmıştır. Ek olarak, Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) STEM etkinliklerinin kimya öğretmen adaylarının kimya konularını günlük yaşamla ilişki kurabilmelerini sağladığını bulmuştur. Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında FBÖA'lar STEM uygulamalarının günlük yaşamla bağlantı kurmayı sağladığını ifade etmişlerdir. Dahası, Tunç'un (2019) çalışmasında matematik, fen bilimleri ve bilişim teknolojileri branşlarındaki öğretmenler STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi programının proje yapma ve ürün tasarlama/geliştirme konusunda gelişimlerine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Tunç'un (2019) çalışmasında STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programının disiplinlerarası çalışma sağladığından faydalı olduğu belirtilmiştir. Ek olarak, Fen lisesi öğrencileri enerji konusu ile ilgili STEM uygulamalarının olumlu yönü olarak yaşayarak öğrenmelerini sağlamasını söylemişlerdir (Akdağ ve Güneş, 2017). Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM etkinliklerinin yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağladığı bulgusu elde edilmiştir. Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya'nın (2016) çalışmasında FBÖA'lar tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme olanağı verdiğini söylemişlerdir. Bakırcı

ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında ise STEM etkinliklerinin konuları somutlaştırdığı belirtilmiştir. Ensari'nin (2017) çalışmasında fizik öğretmen adayları STEM etkinliklerinin ders konularını daha somut hale getirdiğini dile getirmişlerdir. Tunç'un (2019) çalışmasında STEM uygulamalarının soyut düşünceleri somutlaştırdığından bahsedilmiştir. Son olarak, Ensari'nin (2017) çalışmasında fizik öğretmen adayları STEM etkinliklerinde öğrencilerin derse daha aktif bir şekilde katıldıklarını düşünmektedirler. Sümen ve Çalışıcı (2016) STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse aktif katılımı sağladığını söylemiştir. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin aktif katılımını ve öğrencilere uygulama yapma fırsatı sağladığı bulgusu elde edilmiştir.

Alanyazındaki çalışmalardan görüldüğü gibi STEM uygulamalarının öğrenenlere bilişsel ve duyuşsal alanlarda katkılar sağlamasının yanı sıra sınırlılıkları olduğu da belirtilmektedir. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM etkinliklerinin uygulanmasının zaman sıkıntısı, maliyetli olma ve malzeme yetersizliği gibi sınırlılıkları olduğundan bahsetmişlerdir. Fen lisesi öğrencileri enerji konusu ile ilgili yapılan STEM uygulamaları ile ilgili zamanın kısıtlı olmasından bahsetmişlerdir ve zaman kaybına yol açtığını düşünmektedirler (Akdağ ve Güneş, 2017).

Alanyazında STEM uygulamaları yapacak öğretmen özelliklerinden bahsedilmiştir. Şimşek (2019) çalışmasında fen dersinde STEM etkinlikleri yapacak öğretmenlerin STEM eğitimi hakkında bilgi sahibi olması, STEM eğitiminde kendine güvenmesi ve STEM eğitiminin önemine inanması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. STEM eğitimi verecek öğretmenlerin iyi bir alan ve pedagoji bilgisine (Felix ve Harris, 2010) ve STEM pedagojik alan bilgisine (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012) sahip olması gerektiği belirtilmiştir.

Bu çalışmada matematik STEM eğitimi sürecinde kullanılmasına rağmen matematik kazanımlarını kazandırmak amaçlanmadığından dolayı bütünsel STEM eğitimi yaklaşımı benimsenmiştir. Fen alanı merkezdedir ve diğer disiplinlerle bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bybee'nin (2013) STEM'e yönelik şematize ettiği Şekil 2.9'daki yaklaşım benimsenmektedir. Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig'in (2014, s. 38) bütünsel STEM eğitimi tanımı baz alınmıştır. Ayrıca, eğitsel robotik teknolojisi STEM eğitim aracı olarak kullanılması amaçlanmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarına fen kavramlarını öğretmek için mühendislik tasarım döngüsü ve proje tabanlı öğrenme benimsenerek onlardan teknolojik ürünler oluşturmaları istenmektedir. Fen alanının teknoloji ve mühendislik alanı ile bütünleştirilmesi ER uygulamalarıyla yapılması ve

FBÖA'ların 21.yy. becerilerinden bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2.3. 21.Yüzyıl Becerileri

"Milletimizin yöneticilerini ve eğitimcilerini, öğrencilerin testlerde işaretlemeleri yapabilip yapamadıklarını ölçen eğitim standartları ve değerlendirmeleri geliştirmeye değil öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, girişimcilik ve problem çözme becerileri gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye davet ediyorum".

Barack Obama, 2012

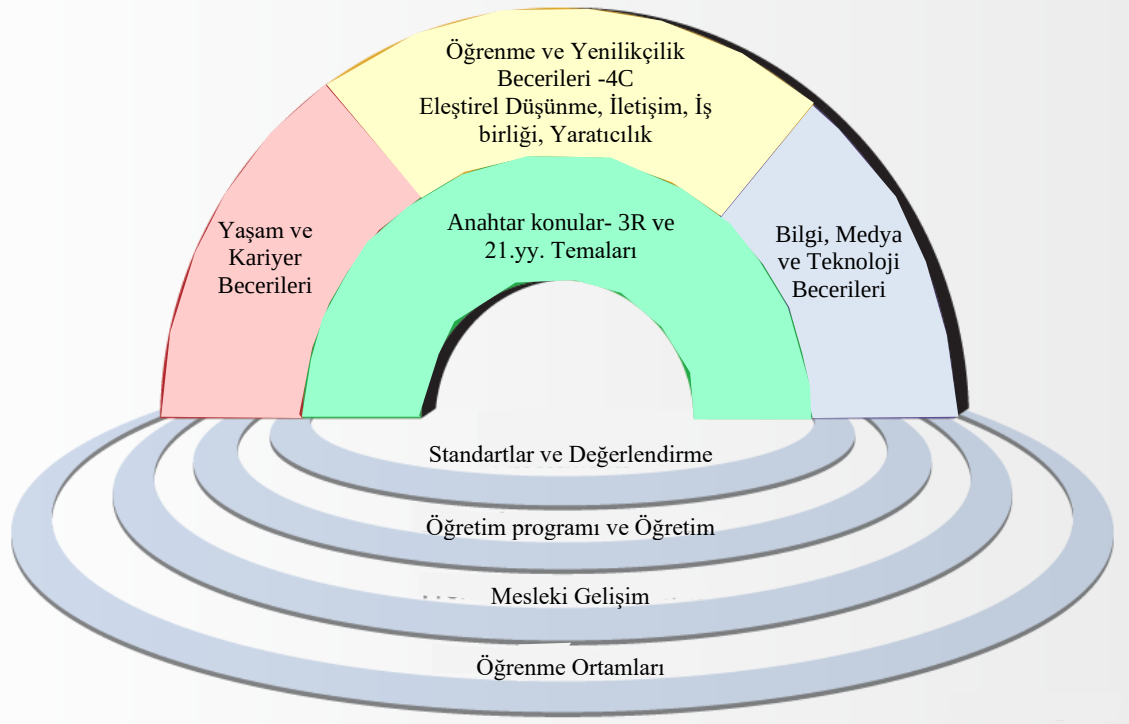
"Güçlü bir STEM eğitimi ile yaratıcı, yenilikçi, analitik ve eleştirel düşünen, problem çözme becerileri yüksek, kısaca 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirebiliriz".

Başaran-Symes, TUSIAD STEM Konferansı açılış konuşması, 2015

21. yüzyılda fen okuryazarı, değişen bilgi ve teknolojiye ayak uyduracak, eğitim ve iş dünyasının gereksinimlerine cevap verecek, üst düzey düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirmek her ülke için önemli hale gelmiştir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızla gelişmesiyle 21. yüzyıl becerileri 20. yüzyıl becerilerinden farklı hale gelmiştir. Değişen bu çağda 21. yüzyıl becerilerine sahip öğrenciler yetiştirilmelidir. Türk Milli Eğitim Sisteminin genel amaçlarından bir tanesi eğitim aracılığıyla düşünen bireyler yetiştirmektir. Türkiye'de fen bilimleri dersi öğretim programının (2005, 2013, 2017) vizyonu öğrencileri fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirmektir. Fen okuryazarı bireyler araştıran-sorgulayan, eleştirel düşünen, problem çözen ve karar veren, yaşam boyu öğrenen, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilere sahip olan bireyler olarak tanımlanmıştır (MEB, 2005). 2013 öğretim programı bilgi, beceri ve duyuş ve Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) boyutlarından, 2017 taslak öğretim programı ise bilgi, beceri ve duyuş ve Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ) boyutlarından oluşmaktadır. Diğerlerinden farklı olarak 2005 öğretim programında eleştirel düşünme, 2013 öğretim programında yaratıcı düşünme ve 2017 taslak programında mühendislik ve tasarım becerilerinden bahsedilmektedir. Fen bilimleri dersi öğretim programlarında 21. yüzyıl becerilerinden kısmen bahsedilmekte olup programa ER ve STEM eğitimini ve 21. yüzyıl becerilerini daha kapsamlı entegre etmek üzere yeniden ele alınıp incelenmesi gerekmektedir.

Amerika Ulusal Eğitim Derneği (National Education Association) Başkanı Dennis Van Roekel (2012) küresel toplum için 21. yüzyıl öğrencilerini yetiştirmek: Eğitimciler için "4C" kılavuzunda (Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs") her öğrencinin 4C ile birlikte güçlü bir içerik bilgisine sahip olması gerektiğini söylemektedir. 4C iletişim (communication), işbirliği (collaboration), eleştirel düşünme (critical thinking) ve yaratıcılıktır (creativity).

21. yüzyıl Öğrenmesi Ortaklığı (P21: Partnership for 21st century learning) öğrencilerin iş hayatında ve yaşamlarında ihtiyaç duyacağı bilgi ve becerileri tanımlamak ve örneklerini sunmak için eğitimciler, eğitim uzmanları, iş adamları vb. paydaşlarla bir teorik çerçeve geliştirmiştir. 28 kuruluş içinden Bahçeşehir K-12 okullarının da bulunduğu 21. yüzyıl Öğrenmesi Ortaklığının bu çerçevesi 21. yüzyıl teması için anahtar konulardan, öğrenme ve yenilikçilik becerilerinden, bilgi, medya ve teknoloji becerilerinden, yaşam ve kariyer becerilerinden, 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesini, 21. yüzyıl standartlarını, 21. yüzyıl eğitim-öğretim programını, 21. yüzyıl mesleki gelişimini ve 21. yüzyıl öğrenme ortamlarını içeren 21. yüzyıl destek sistemlerinden oluşmaktadır. P21 öğrenme çerçevesi Şekil 2.16'da özetlenmiştir.



Şekil 2.16. "21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi", Partnership for 21st Century Skills, 2015, *Partnership for 21st century learning* kaynağından uyarlanmıştır.

P21 Çerçevesi'nde 21. yüzyıl becerileri üç bölümde ele alınmıştır. Bunlar:

1. Öğrenme ve Yenilikçilik Becerileri
 - ✓ Yaratıcı Düşünme ve Yenilikçilik
 - ✓ Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme
 - ✓ İletişim
 - ✓ İşbirliği
2. Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri
 - ✓ Bilgi Okuryazarlığı
 - ✓ Medya Okuryazarlığı
 - ✓ Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) Okuryazarlığı
3. Yaşam ve Kariyer Becerileri
 - ✓ Esneklik ve Uyum Sağlamlık
 - ✓ Girişimcilik ve Kendini Yönetme
 - ✓ Sosyal ve Çok Kültürlü Beceriler
 - ✓ Üretkenlik ve Hesap Verebilirlik
 - ✓ Liderlik ve Sorumluluk

21. yüzyıl becerilerinin kapsadığı öğrenme ve yenilikçilik becerilerinden biri olan iletişim becerileri değişik formlarda ve ortamlardaki etkili sözlü, yazılı ve çoklu ortam iletişim araçlarını anlama, kullanma ve hazırlama olarak tanımlanmıştır (P21, 2015). Yaratıcılık yeni fikirler geliştirmek, uygulamak ve başkaları ile paylaşmak, yeni ve farklı perspektiflere açık olmak olarak tanımlanmıştır (P21, 2015). Eleştirel düşünme ise bir şeyi anlamaya çalışırken mantıklı akıl yürütme ve zor seçimleri yapma, sistemler arasındaki ilişkileri anlama, düşünce, fikir, problem ve çözüm önerilerini paylaşma olarak tanımlanmıştır (P21, 2015).

ISTE (International Society for Technology in Education) ve CSTA (Computer Science Teachers Association) (2011) ve Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmeyi de 21. yy becerisi olarak tanımlamıştır. Ioannou ve Makridou (2018) eğitsel robotiğin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmedeki rolünü incelemek amacıyla yaptıkları alanyazın taramasında eğitsel robotik uygulamalarının bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Eğitsel robotiğin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, takım çalışması gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiğini ileri süren çalışmalar mevcuttur (Eguchi, 2014). Bu çalışmanın amaçlarından birisi ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemektir.

2.3.1. Yaratıcı Düşünme Becerisi

"Öğretmenlerin eğer kendi yaratıcı düşünme yetenekleri baskılanırsa öğrencilerini yaratıcı düşünen bireyler olarak yetiştiremezler".

NACCCE, 1999, s. 90

Yaratıcılık ve yenilikçilik, uluslararası düzeyde rekabet etmemizi ve fark yaratmamızı sağlamada en önemli unsurlardandır (Başaran-Symes, 2015). Howard Gardner (2008) gelecekte gerekli olacak 5 zihinden birisinin yaratıcı zihin olduğunu savunmaktadır. Brown (1989) yaratıcı düşünmeyi sayıca çok (akıcı) sorunu veya problemi çeşitli yönlerden ele alan (esnek) ve çoğu kişinin aklına gelmeyen (özgün) fikirler üretme süreci olarak tanımlamaktadır. Torrance'a göre (1995) "Yaratıcılık, problemdeki veya bilgideki boşlukların farkına varılması, düşünce veya hipotezlerin oluşturulması, hipotezlerin sınanması, geliştirilmesi ve verilerin iletilmesidir."

Yaratıcılık kavramı ilk olarak ikinci dünya savaşının başlarında, 1940'larda, Amerikalı psikolog Alex F. Osborne tarafından ortaya çıkarılmıştır (Orhon, 2014). Sternberg (2009) yaratıcılıkta öncü gelen isimlerin J.P. Guilford (1950) ve E. Paul Torrance (1962, 1974) olduğunu belirtmektedir. 1980 yıllarında yaratıcılık iş sektörüne, eğitime ve yaşama uygulanmaya başlanmıştır (Orhon, 2014). 2011'de Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Barack Obama Beyaz Saray'da yaptığı konuşmasında "Bundan otuz yıl önce ekonomiye internetin yön vereceğini bilemezdik. Hiç kimse geleceğin mesleklerini tahmin edemezdi. Geleceği kazanmanın yolu Amerikan inovasyonunu teşvik etmektir. Amerika'nın daha iyi olması için yapabileceğimiz tek şey insanların yaratıcılığını ve hayal gücünü tetiklemektir." açıklamasını yapmıştır ve yaratıcılığın önemine dikkat çekmiştir.

Yaratıcılık akıcılık, esneklik, orijinallik ve ayrıntılı düşünebilme olmak üzere 4 boyuttan oluşmaktadır (Orhon, 2014). Torrance ise (1990) yaratıcılığın özelliklerinin akıcılık, esneklik ve orijinallik olduğunu vurgulamıştır. Esnek düşünme farklı durum ya da problemlerde fikir üretebilme becerisini kapsar. Esnek öğretmenler öğrencilerine disiplinlerarası düşünme konusunda davranış modeli oluşturmaktadırlar. Akıcılık boyutu ise fikir üretmede ve sonuca ulaşmada kolaylık sağlar. Akıcı öğretmenler genel olarak eğitim sorunlarına daha fazla çözüm ve fikir üretirler. Ayrıca, akıcı öğretmenler için bir tane doğru yoktur ve farklı fikirlere saygı gösterirler. Orijinallik yaratıcılığın en çok yansıtıldığı boyuttur (Torrance'dan aktaran Orhon, 2014). Orijinallik başkalarının düşünemediği, farklı ve kullanışlı fikirleri üretmeyi kapsar. Son olarak, ayrıntılı düşünebilme boyutu bir

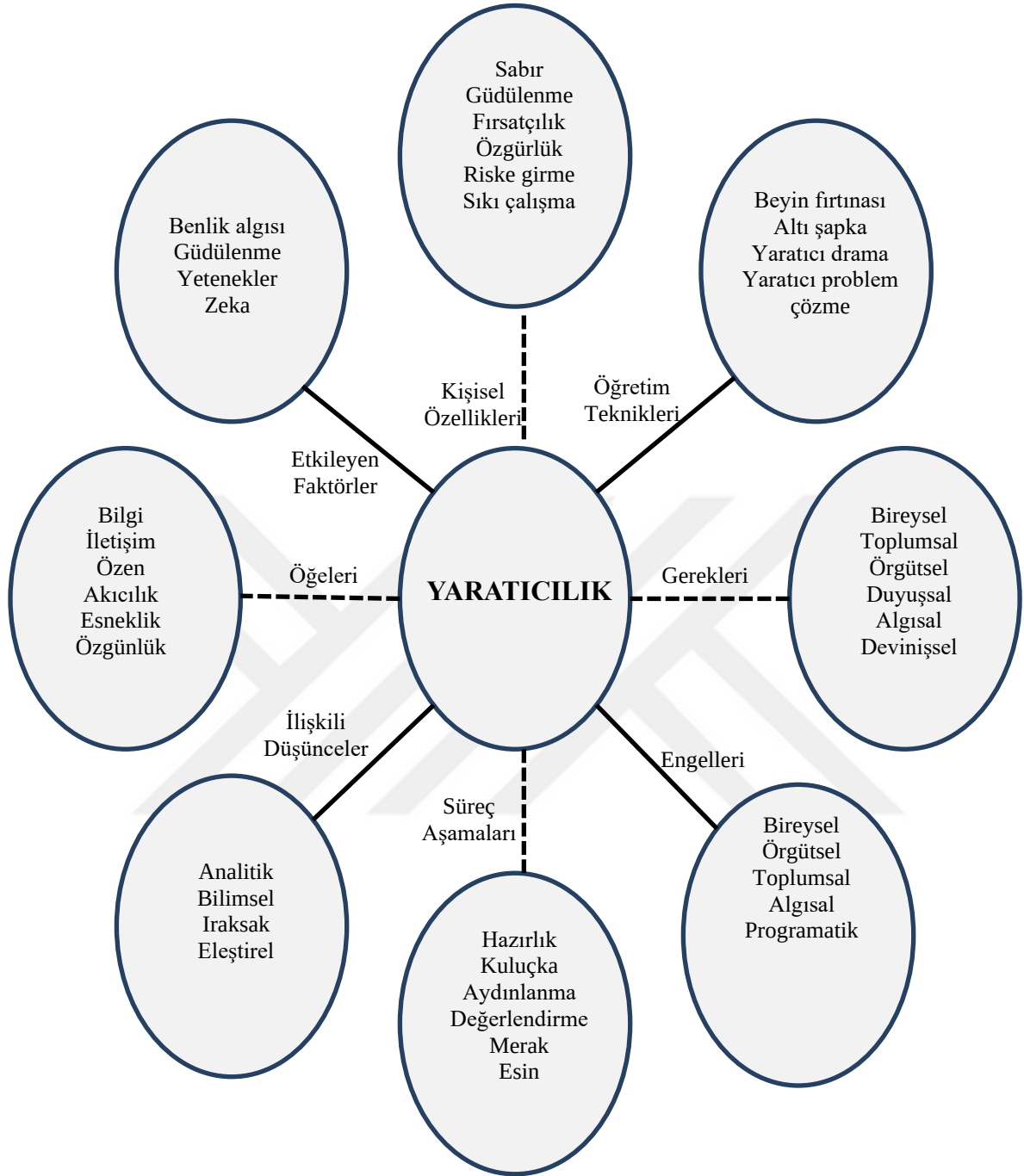
problemin derinlemesine ele alınmasını ve analiz edilmesini kapsar. Bir başka ifade ile yakınsak düşünme anlamına gelmektedir (Orhon, 2014).

Wallas'tan aktaran Peterson (2002, s. 8) yaratıcılığı bir düşünme süreci olarak görmektedir ve bu süreci "4 Evre Kuramı" (Wallas Phase Theory) ile anlatmıştır. Bu evreler:

- ✓ Hazırlık Evresi: Bilgi edinme, olası çözüm üretme
- ✓ Kuluçka Evresi: Problem üzerinde bilinçli olarak düşünülmemekte
- ✓ Aydınlanma Evresi: Çözümün aniden belirmesi
- ✓ Doğrulama Evresi: Çözümün doğruluğu ve uygunluğunu değerlendirme

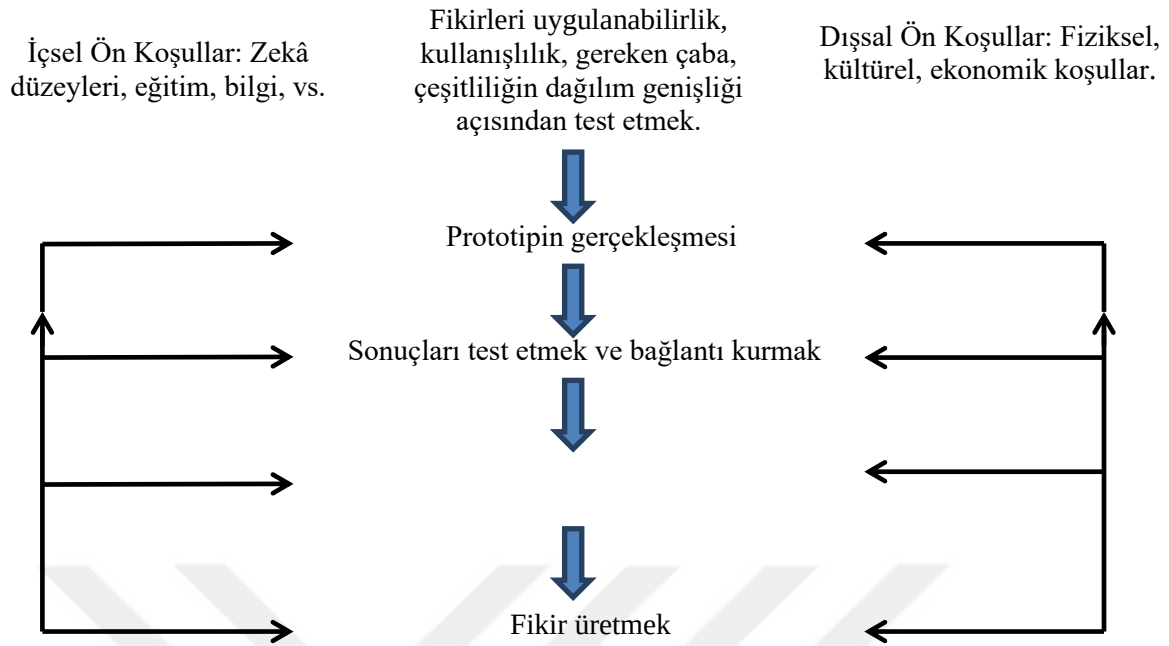
Cropley'den ve Runco'dan aktaran Peterson (2002) bu aşamalara iletişim ve geçerleme aşamalarını eklemiştir.

Doğan (2015) "Yaratıcılık Güneşi" ile yaratıcılığın öğelerini, gereklerini, ilişkili düşüncelerini, öğretim tekniklerini, engellerini, süreçlerini, yaratıcılığı etkileyen faktörleri, yaratıcı kişilerin özelliklerini ve yaratıcılığı geliştiren öğretim tekniklerini özetlemiştir.



Şekil 2.17. Yaratıcılık Güneşi. “Yaratıcı düşünme ve yaratıcılık”, N. Doğan, 2015, Ö. Demirel (Ed.) *Eğitimde yeni yönelimler* içinde (s. 167-196), Ankara: Pegem Akademi kaynağından erişilmiştir.

Dedegil (2004b) ise modern bilimde yaratıcılığı beş adımlık bir süreç olarak tanımlamaktadır (bkz. Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Dedegil'in (2004b) modern bilimsel yaratıcılığın beş adımlı modeli. "Creativity in Turkey and Turkish-speaking countries", G. Oral, 2006, J. C. Kaufman and R. J. Sternberg (Eds.), *The international handbook of creativity* içinde (pp. 337-373), NY: Cambridge University Press kaynağından uyarlanmıştır.

Oral (2006) Dedegil'in modelinde bilimsel yaratıcılığın içsel (bireyin zekâ düzeyi, eğitimi, bilgisi vb.) ve dışsal (fiziksel, kültürel ve ekonomik) durumlardan beslendiğini söylemektedir. Dedegil (2004b) bilimsel yaratıcılığın geri dönüt mekanizmasından dolayı bitmeyen bir süreç olduğunu iddia etmektedir.

Genel olarak ülkemizde yaratıcılık üçüncü ve dördüncü sınıflarda düşüş göstermektedir (Öncü'den aktaran Orhon, 2014). Bu yüzden, Türk eğitim sisteminin yaratıcı düşünme becerilerini geliştiren ve öğrencilerin yaratıcı fikirlerine saygı duyan yenilikçi öğretmenlere ihtiyacı vardır. Türk eğitim sistemi hem kendi kişiliklerinde hem de meslek yaşamlarında yaratıcılıktan yoksun öğretmenler yetiştirmektedir (Orhon, 2014). Öğretmenlerin yaratıcılık hakkında doğru ve olumlu düşünebilmeleri için bu konuda eğitim almaları gerekmektedir. Bu yüzden geleceği şekillendirmek ve siyasal, ekonomik ve kültürel alanlarda reformlar yapabilmek için yaratıcı düşünme biçimlerinin üniversite eğitimine entegrasyonu zorunlu bir hal almaktadır ve eğitim fakültelerinin öğretim programlarının, öğretmen adaylarının yaratıcılıklarını geliştirecek nitelikteki hedefler, içerik, materyal ve yöntemlerle geliştirilmesi gerekmektedir (Orhon, 2014).

Resnick (2007) "Yaratıcı Düşünme Sarmal Öğretim Modeli" yaklaşımını oluşturmuştur. Lin, Liu, Kou, Virnes, Sutinen ve Cheng,'ın (2009) ve Liu, Lin, Liou, Feng ve Hou'nun

Ozdogru ve Gokler (2012) okul saatleri dışında verdikleri Lego Mindstorm temelli robotik kursunun altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada robotik kursunun öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği bulgusu elde edilmiştir. Avcı (2017) Lego Mindstorm EV3 robotik projelerinin 20 üçüncü sınıf FBÖA'larının bilimsel yaratıcılığına etkisini incelemiştir. Çalışma bulgularına göre uygulanan program sonucunda öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerine orta derecede etki ettiği görülmüştür. Ayrıca, öğretmen adayları Lego Ev3 Education setlerini: yaratıcı (%25,6) olarak tanımlamışlardır. Badeleh (2019) de robotik eğitiminin fizik dersinde 11. sınıf öğrencilerinin yaratıcılığını geliştirdiğini belirtmiştir. Lee, Park ve Choi'nin (2018) çalışmasının sonucunda robot kullanılan yazılım eğitiminin ilköğrencilerinin yaratıcılığını geliştirmede etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Bugüne kadar Torrance'ın yaratıcı düşünme testi (1990) yaratıcılığı ölçmede en çok kullanılan testtir (Hu ve Adey, 2002). Fakat genel yaratıcılık testleri bilimsel yaratıcılığı ölçemez (Liang, 2002) çünkü Albert, Gardner, Feldman, Alexander ve Amabile'a göre yaratıcılığın bileşenleri alana özel bilgi ve becerilerdir (aktaran Hu ve Adey, 2002).

Baer (1998) yaratıcılığı ölçmede kullanılan ıraksak (divergent) düşünme testlerini genel alan testleri olmasından dolayı eleştirmektedir. Yaratıcılığın alana özel veya genel olması bakımından farklı düşünen araştırmacılar bulunmaktadır. Plucker (2004) alana özel veya genel olması kullanılan metot tarafından belirlenebileceğini ifade etmektedir. Eğer çalışma yaratıcı ürüne odaklanıyorsa bu çalışmada yaratıcılık alana özel bilgi ve becerilerdir. Eğer çalışma yaratıcı bireye odaklanıyorsa yaratıcılık geneldir denilebilir (Plucker, 2004).

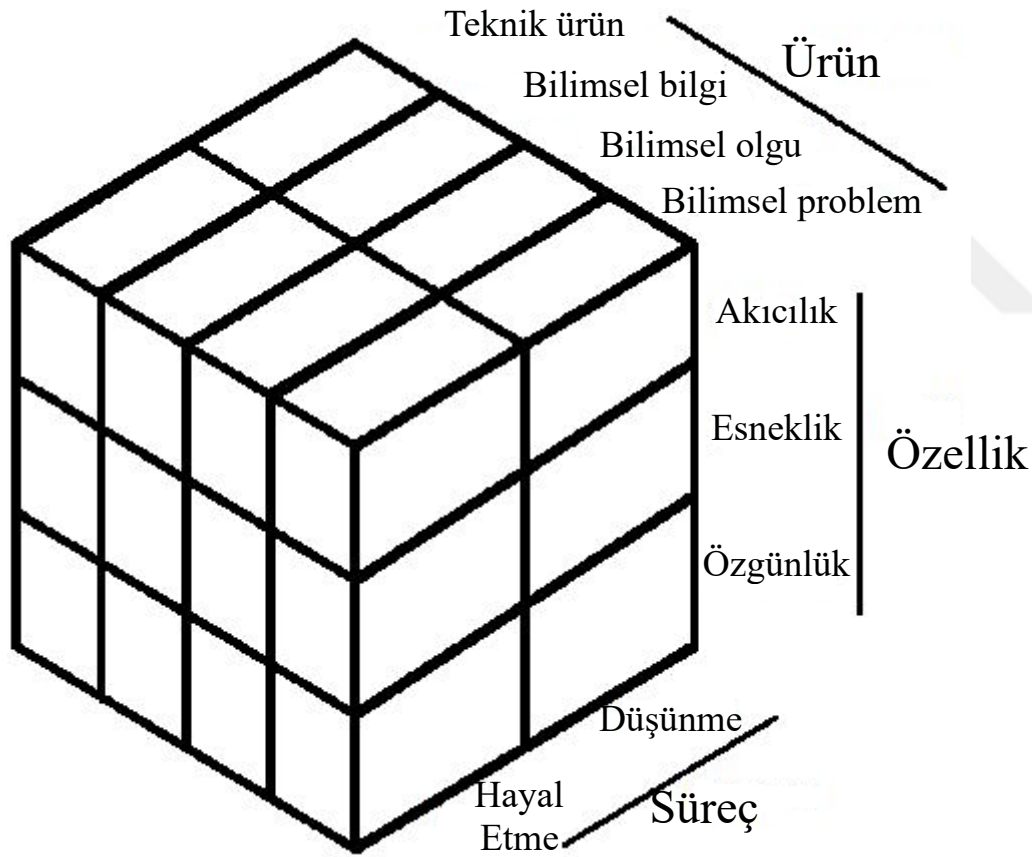
Hu ve Adey (2002) ise bilimsel yaratıcılığı özel bir amaca yönelik tasarlanan, orijinal ve sosyal veya kişisel değere sahip, belirli bir ürün üreten entelektüel bir özellik veya yetenek olarak tanımlamıştır. Bilimsel yaratıcılık modeline göre bilimsel yaratıcılığın özellikleri aşağıdaki gibidir (Hu ve Adey, 2002):

- ✓ Bilimsel yaratıcılık fen deneyleri yaratmayla, yaratıcı bilimsel problemin bulunmasıyla ve çözümüyle ve yaratıcı fen aktiviteleriyle ilgili olduğundan diğer yaratıcılıklardan farklıdır.
- ✓ Bilimsel yaratıcılık bir yetenek türüdür. Bilimsel yaratıcılığın yapısının kendisi zihinsel olmayan faktörlerin bilimsel yaratıcılığı etkileyebilmesine rağmen, zihinsel olmayan faktörleri içermez.
- ✓ Bilimsel yaratıcılık bilimsel bilgi ve becerilere dayanmalıdır.
- ✓ Bilimsel yaratıcılık durağan yapının ve gelişen yapının bir bileşimi olmalıdır.

- ✓ Yaratıcı ve analitik zekâ zihinsel yeteneğin iki farklı faktörüdür.

Birçok araştırmacı yaratıcı süreç, yaratıcı ürün, yaratıcı birey ve yaratıcı çevre gibi bileşenlerin ikisinin ya da daha fazlasını içeren yaratıcılık tanımları yapmışlardır (Hu ve Adey, 2002). Hu ve Adey (2002) yaratıcı çevrenin öğrencilerin kontrolü dışında olacağından 3 boyutlu bilimsel yapı yaratıcılık modelini önermişlerdir. Bilimsel yapı yaratıcılık modeli Şekil 2.20’de görülmektedir.

Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde oluşturdukları robotik ürünlerin değerlendirilmesi hedeflendiğinden yaratıcılık alana özel bilgi ve becerilerdir bakış açısı benimsenmiştir. Hu ve Adey’in (2002) Bilimsel yapı yaratıcılık modeli kullanılmıştır.



Şekil 2.20. Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli. “A scientific creativity test for secondary school students”, W. Hu and P. Adey, 2002, *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403 kaynağından uyarlanmıştır.

Yaratıcılık birey özelliklerinden biri olan akıcılık ortaya çıkan orijinal fikirlerin sayısını, esneklik farklı durumlara fikir üretebilmeyi ve özgünlük daha az rastlanan fikirleri yansıtmaktadır. Akıcılık, esneklik ve özgünlük modelin 1 boyutunu oluşturmaktadır. Bu 3

özellik bakımından bireyin ürünleri incelenerek yaratıcı düşünme becerisi değerlendirilebilir (Hu ve Adey, 2002). 2. boyutunu bilimsel ürün oluşturmaktadır. Bilimsel ürün boyutunda teknik ürün, bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem alt boyutları bulunmaktadır. 3. boyutta ise yaratıcı fikirlerin ortaya çıkma süreci düşünme ve hayal etme olarak ele alınmıştır.

2.3.2. Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi

Bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerisinden ilk olarak Papert Seymour (1980) bahsetmektedir. Seymour (1980) LOGO programını kullanarak kaplumbağayı yöneten çocukların düşünme becerilerinin geliştiğini öne sürmüştür. Alanyazında bilgi işlemsel düşünmenin net bir tanımı yoktur. Ayrıca, bilgi işlemsel düşünme (computational thinking) alanyazında bilgisayarca düşünme (Korkmaz, Çakır ve Özden, 2015), komputasyonel düşünme (Şahiner ve Kert, 2016), bilgisayarlı düşünme (Çınar ve Tüzün, 2017; Ekici ve Çınar, 2020), hesaplamalı düşünme (Çorlu ve Çallı, 2017) ve bilgi işlemsel düşünme (Kalelioğlu ve Gülbahar, 2015) olarak isimlendirilmektedir. Bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme terimini kullanmak tercih edilmiştir.

Wing (2006) bilgi işlemsel düşünmenin 21.yy.'da herkesin sahip olması gereken okuma ve yazma gibi bir beceri olduğunu ifade etmiştir. Wing (2006, s. 33) çalışmasında bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar biliminin temel kavramlarından yararlanarak sorunları çözmeyi, sistemleri tasarlamayı ve insan davranışını anlamayı içerdiğini belirtmiştir.

ISTE ve CSTA (2011) bilgi işlemsel düşünme için işevuruk bir tanım yapmıştır. Bilgi işlemsel düşünme aşağıdaki özellikleri içeren fakat bunlarla sınırlı kalmayan bir problem çözme sürecidir. Bu özellikler şöyledir:

- ✓ Problemleri çözmemize yardımcı olacak bir bilgisayar veya başka bir aracı kullanmamızı sağlayacak şekilde problemleri formüle etmek
- ✓ Verileri mantıklı bir şekilde düzenleme ve analiz etme
- ✓ Modeller ve simülasyonlar gibi soyutlamalar yoluyla verileri sunma
- ✓ Algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatikleştirme
- ✓ En etkili basamakların kombinasyonu sağlamak amacıyla olası çözümleri belirlemek, analiz etme ve uygulama
- ✓ Takip edilen problem çözme sürecini çeşitli problemlere aktarma ve genelleme

ISTE (2015) bilgi işlemsel düşünmenin yaratıcı düşünmeyi, eleştirel düşünmeyi, problem çözmeyi, işbirlikli düşünmeyi ve algoritmik düşünmeyi kapsadığını belirtmektedir. Atmatzidou ve Demetriadis (2016) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin bileşenleri olarak soyutlama, genelleme, algoritmik düşünme, örüntü kurma ve ayırıştırma kavramlarını kullanmışlardır. Rose, Habgood ve Jay (2017) alanyazındaki 7 tanımdan çıkan kavramları Tablo 2.1’de özetlemiştir.

Tablo 2.1

Bilgi İşlemsel Düşünme Tanımlarından Geçen Kavramlar

Barr ve Stephenson (2011)	Brennan ve Resnick (2012)	Grover ve Pea (2013)	Seiter ve Foremen (2013)	Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul (2016)	Angeli vd. (2016)	Repenning, Basawapatna ve Escherle (2016)
Soyutlama	Soyutlama ve modülerlik	Soyutlama ve örüntü genelleme	Soyutlama	Soyutlama	Soyutlama	Soyutlama
Algoritma ve prosedürler	Sıralama	Kontrol akışının algoritmik gösterimi	Prosedürler ve algoritmalar	Algoritmalar ve prosedürler	Algoritma (sıralama ve kontrol akışı dahil)	
Veri toplama, analizi ve sunumu	Veri	Sembol sistemleri ve gösterimler	Veri sunumu	Veri toplama, analizi ve sunumu		
Problem ayırıştırma		Yapılandırılmış problem ayırıştırma	Ayırıştırma	Ayırıştırma	Ayırıştırma	
Paralel işleme	Paralellik	Yineleme, özyineleme ve paralel düşünme	Paralleştirme ve senkronizasyon	Eş zamanlı çalışma		
Test etme ve doğrulama	Test etme ve hata ayıklama	Hata ayıklama ve sistematik hata algılama	Test etme ve hata ayıklama	Matematiksel muhakeme		Analiz
Otomasyon	Koşullar ve döngü	Koşullu mantık		Otomasyon		Otomasyon
Simülasyon	Olaylar	Verimlilik ve performans kısıtlamaları		Genelleme	Genelleme	
		Sistematik işleme		Modelleme ve simülasyonlar		
				Kavramsallaştırma		

Not: An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children’s computational thinking. “An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children’s computational thinking”, S. Rose, J. Habgood, and T. Jay, 2017, *Electronic journal of e-learning*, 15(4), 297-309 kaynağından uyarlanmıştır.

Bu çalışmada alanyazından derlenen soyutlama, ayırıştırma, algoritmik düşünme, değerlendirme, hata ayıklama, örüntü tanıma ve genelleme kavramları bilgi işlemsel düşünmeyi temsil etmektedir. Bu kavramlar Brennan ve Resnick’in (2012) çalışmasındaki sorulardan şu şekilde tanımlanmıştır:

- ✓ Soyutlama (abstraction): Problemi tanımlama, gereksiz parçalardan ayıklama
- ✓ Ayırıştırma (decomposition): Problemi üstesinden gelebileceği küçük parçalara ayırma
- ✓ Algoritmik düşünme (algorithmic thinking): Verilen problem için gerekli olan basit eylemleri belirleyebilme
- ✓ Değerlendirme (testing): Problemin çözümünü değerlendirme
- ✓ Hataları ayıklama (debugging): Hataları bulma, problemlere çözüm üretebilme
- ✓ Örüntü tanıma (pattern recognition): Belirli bir işlevi yerine getiren ve aynı veya farklı problemlerde kullanılabilen bir dizi komut
- ✓ Genelleme (generalisation): Örüntüyü algılama, önceki problem ile mevcut problem arasındaki benzerlikleri ve bağlantıları algılayabilme ve çıkarım yapma

Jaipal- Jamani ve Angeli (2017) fen eğitimi derslerinde öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerilerinin nasıl geliştiği ile ilgili yayınlanmış çalışmanın olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğretilmesi, Yeni Nesil Bilim Standartlarına (NGSS, 2013) ilköğretim fen bilgisi öğretmenleri için dahil edildiğinden, öğretmenlerin fen öğretimi sırasında bilgi işlemsel düşünmeyi teşvik etmesi için gerekli bilgi ve hazır olma durumlarının araştırılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Alanyazın incelendiğinde eğitsel robotik uygulamalarının bilgi işlemsel düşünme üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (örneğin Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Bal, 2019; Constantinou ve Ioannou, 2018; Djambong ve Freiman, 2016; Noh ve Lee, 2020; Şimşek, 2018; Yolcu, 2018). Ayrıca, Ioannou ve Makridou (2018) eğitsel robotiğin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmedeki rolünü incelemek amacıyla literatür taraması yapmışlardır. Bu çalışmada eğitsel robotik ve bilgi işlemsel düşünme kesişiminde sadece 9 deneysel çalışma tespit edilmiştir. Bu derleme çalışmasında da eğitsel robotik uygulamalarının bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bal'ın (2019) çalışmasında mBlock yazılımı ve Halk Eğitim modüllerinden 76 saatlik Arduino devreleri tasarımı kursu süreci takip edilmiştir. Robotik kodlama eğitiminin araştırmaya katılan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde anlamlı bir fark yarattığı bulunmuştur. Noh ve Lee (2020) 155 Koreli 5. ve 6. sınıf ortaokul öğrencilerine robot programlama dersi vermişlerdir. Yazarlar robot programlama dersinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini bulmuşlardır. Atmatzidou ve Demetriadis (2016) 164 ortaokul ve lise öğrencisine Lego Mindstorm eğitsel robotik kitini kullanma eğitimi vermişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da eğitsel robotik kitini kullanmanın

öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Alanyazında programlama eğitiminin ve robotik kullanılan programlama eğitiminin bilgi işlemsel düşünme üzerindeki etkisi karşılaştırılmıştır. Programlama eğitiminin ve robotik kullanılan programlama eğitiminin bilgi işlemsel düşünme üzerinde olumlu etki yarattığı görülmüştür fakat grupların bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında bir fark bulunamamıştır (Djambong ve Freiman, 2016; Şimşek, 2018; Yolcu, 2018). Bu çalışmalardan farklı olarak Karaahmetoğlu (2019) Bilişim Teknolojileri ve Yazılımı dersi kapsamında yapılan blok tabanlı robotik programlama aracına dayalı etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine, blok tabanlı programlama aracına dayalı etkinliklerine göre anlamlı düzeyde daha fazla katkı sağladığını ifade etmiştir.

Constantinou ve Ioannou (2018) eğitsel robotik aktivitelerine katılan öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerindeki gelişimini incelemek için iki çalışma yapmışlardır. Birinci çalışma ilkokul öğrencileri ile 5 hafta sürmüştür. İkinci çalışma ise ortaokul öğrencileri ile 3 ay sürmüştür. Bu iki çalışmada da eğitsel robotik uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orta dereceli ve büyük etki büyüklüğü bilgi işlemsel düşünme becerisinin gelişiminin anlamlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, uygulama süresinin artmasının etki büyüklüğünü artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Ortaokul öğrencilerinin yanı sıra, Jaipal-Jamani ve Angeli (2017) çalışmasında LEGO WeDo robotik kitleri ile programlama aktivitelerine katılmanın FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini bulmuşlardır.

2.4. Proje Tabanlı Öğrenme ve Mühendislik Tasarım Süreci

Buck Eğitim Enstitüsü (2011) proje tabanlı öğrenmeyi (PTÖ), öğrencilerin sorgulayarak karmaşık bir problemi çözmeye teşvik edilmesini, öğrencilere akademik kavramları öğretmede ve işbirliği, iletişim ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmada yardımcı olmak için yüksek kalitede proje ve özgün ürünler üretmelerini ve sunmalarını sağlama sürecini içeren öğrenme ortamı olarak tanımlamıştır. Buck Eğitim Enstitüsü kâr amacı gütmeyen ve etkili bir proje tabanlı öğrenme için aktiviteler hazırlayarak, ürünler üreten ve bu ürünlerin yayılmasını sağlayarak 21. yüzyıl öğrenme ve öğretme becerilerini geliştirme vizyonu olan bir kuruluştur. Larmer ve Mergendoller (2010) proje tabanlı öğrenme için 7 önemli unsurun altını çizmiştir. İyi bir proje için gerekli olan bu 7 unsur şöyle özetlenmiştir:

- Bilme ihtiyacı
- Yürütücü (driving) veya gayret gerektiren (challenging) soru
- Öğrenen sesi ve seçimi
- 21. yüzyıl becerileri
- Sorgulama ve yenilikçilik
- Geri dönüt ve yeniden inceleme
- Açıkça sunulan ürün

Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının temelini öğrenenlerin yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problemleri akranlarıyla işbirliği içerisinde çözmeleri oluşturmaktadır (Doğru, 2015). Proje tabanlı öğrenme öğrenenlere yaratıcı bir öğrenme deneyimi sunmak için fırsatlar tanımaktadır. Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının özellikleri bu yaklaşımın pragmatizm ve ilerlemecilik eğitim felsefesine dayalı olduğu göstermektedir (Doğru, 2015). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının özellikleri şunlardır:

- Öğrenenlere bilgilerini yapılandırarak öğrenmelerine katkı sağlar.
- Öğrenenlerin aktif olmalarını ve bir şeyler üretmelerini sağlar.
- Öğrenenlere yaparak öğrenmelerini sağlar.
- Farklı zekâ türlerine uyarlanabilir.
- İşbirliği içinde çalışmayı sağlar.

Proje tabanlı öğrenme yaklaşımında gerçek yaşam problemlerine çözüm araması özelliğiyle ilerlemecilik eğitim felsefesi ile benzeşmektedir (Doğru, 2015). Ayrıca, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı John Dewey'in yaparak öğrenme görüşüyle ve Piaget'in yapılandırmacılık öğrenme teorisi ile ilişkilidir. Öğrenenler günlük yaşamda karşılaştığı bir problemi senaryolardan okuyarak grup çalışması, yaratıcılık, sorgulama, problem çözme becerilerini kullanarak bir ürün tasarlama sürecine girerler. Bu anlamda proje tabanlı öğrenme yaklaşımı 21. yüzyıl becerilerini kazandırmada önemli bir yere sahiptir (Ravitz, Hixson, English ve Mergendoller, 2012). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının uygulama aşamaları Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2

Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı Uygulama Aşamaları

Aşamalar	Yapılacak işlemler	Öğretmenin rolü	Öğrencinin rolü
1. Konuyu ve alt konuları belirleme, grupları kendi içinde organize etme	Öğrenenler kaynakları araştırır, bir çerçeve proje için sorular önerebilirler.	Araştırmanın genel konusunu sunar, konuların ve alt konuların tartışılmasında gruplara rehberlik eder.	İlginç problemler yaratır ve sorunları kategorize ederler, proje gruplarını oluşturmada katkıda bulunurlar.
2. Grupların proje planlarını oluşturmaları	Grup üyeleri hep birlikte proje planını yaparlar. Nereye ve nasıl gidecekleri, neleri öğrenecekleri gibi sorular hakkında karar verirler. Kendi aralarında iş bölümü yaparlar.	Grupların projelerini formüle etmelerine yardım eder, gruplarla toplantı yapar. Gerekli materyal ve kaynakları bulmalarına yardım eder.	Ne çalışacaklarını planlar, kaynakları seçer, rolleri tanımlar, planların dağıtımını sağlar.
3. Projeyi uygulama	Grup üyeleri organize olur, verileri ve bilgileri analiz ederler.	Araştırma ve çalışma becerilerinin geliştirilmesine yardım eder, temel süre ve grupları kontrol eder.	Sorular için cevapları araştırır. Veri toplar. Bilgiyi organize eder. Kaynak kişilerle görüşür. Bulgularını birleştirir ve özetler.
4. Sunuyu planlama	Üyeler sunularındaki temel noktaları belirler ve bulguları nasıl sunacaklarına karar verirler.	Sunu için ders planlarının tartışılmasını ve sunuların organize edilmesini sağlar.	Sununun temel noktalarına karar verilmesini, nasıl bir sunu yapılacağının planlanmasını, sunu için materyal hazırlanmasını sağlar.
5. Sunu yapma	Sunular sınıfta ve belirlenen diğer yerlerde (başka sınıflarda, başka okullarda vb.) yapılır.	Proje özetleri ve öğrenenler değerlendirilir.	Sunucular sınıf arkadaşlarına dönüt verirler.
6. Değerlendirme	Öğrenen projeleri hakkında dönütleri paylaşırlar Öğretmenler ve öğrenenler projeleri hep birlikte paylaşırlar.		Grup üyeleri olarak çalışmayı ve çalışmada öğrendiklerini yansıtır. Çalışmaların değerlendirilmesinde rol alırlar.

Not: “Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı”, H. Korkmaz ve F. Kaptan, 2001, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193-200 kaynağından erişilmiştir.

Han ve Bhattacharya (2001) proje tabanlı öğrenme çerçevesini Şekil 2.21'deki gibi özetlemiştir.



Şekil 2.21. Proje tabanlı öğrenme çerçevesi

Han ve Bhattacharya'ya göre (2001) planlama aşamasında öğrenen projeyi seçer, gerekli kaynakları bulur ve işbirliği içinde çalışmayı organize eder. Öğrenen bu aşamada konuyu seçer, ilgili bilgileri toplar ve bir çözüm önerir. 2. aşama, üretim aşaması veya projeyi uygulama aşamasıdır. Bu aşamada öğrenen bilgileri belgelendirir, düzenler ve katkıları harmanlayıp sınıf arkadaşlarına sunar. Öğrenenlerden bu aşamada bir ürün oluşturmaları ve arkadaşlarıyla paylaşımları beklenir. Son aşamada öğrenenlerden proje hakkında yansıtıcı düşüncelerini ve takip etmeleri beklenir. Öğrenenler ürünlerini paylaşır ve geri dönüt alırlar. Öğrenenler her bir bireyin ya da grubun projelerini paylaşıp birbirlerine geri dönüt verirler.

Proje tabanlı öğrenme konusunda yapılan araştırmalar projenin öğrenenlere özgün problemler çözmeye, işbirliği içinde çalışma ve kendi ürünlerini üretme fırsatı sağladığı için öğrenenlerin STEM'e yönelik ilgilerini artırdığını göstermektedir (Fortus, Krajcikb, Dershimerb, Marx ve Mamlok-Naamand, 2005). Bütünleşik bir STEM eğitimi için proje ve sorgulama tabanlı öğretim benimsenmelidir (Akgündüz, vd., 2015).

Proje tabanlı öğrenme disiplinlerarası, öğrenci merkezli ve gerçek yaşam problemlerini konu edinen öğrenme aktivitelerini vurgular. Robotiğe dayalı projeler tasarlamak ve uygulamak çok talep gören öğrenme ve öğretme aktiviteleri olabilir (Frangou vd., 2008). ER aktiviteleri düzenlemek için 5 aşama gerçekleştirilmelidir (Carbonaro, et al., 2004; Frangou vd., 2008). 1. aşamada, bağlantı kurma (engagement) aşamasında öğretmen ve öğrenci genel bir konu seçer ve projelerinde bahsedecekleri bir problem ortaya koyar. İkinci aşamada, keşfetme (exploration) aşamasında gerekli tüm beceriler, araçlar ve bilgiler deneylerle ve aktivitelerle tanıtılır. Üçüncü aşama, araştırma (investigation) aşaması başlangıçtaki problemle ilgili soruları ve araştırmaları içerir. Dördüncü aşama, üretim (creation) aşaması küçük gruplar halinde öğrenenler başlangıçtaki probleme çözüm önerip sentez yaparlar. Son aşamada, değerlendirme (evaluation) aşamasında ise her grup kendi çalışmasını sunar ve sınıf

arkadaşlarından ve öğretmenlerden geri dönüt alır (Frangou vd., 2008). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımında süreç ve ürün değerlendirmesi birlikte yapılır (Doğru, 2015).

"Sanat yapmaktır, bilim bilmek fakat mühendislik ne yaptığını bilmektir".

Albert Einstein, aktaran Bozkurt, 2014

Bir projeyi yapılandırmada benzer birçok yöntem vardır. Bunlar mühendislik tasarım süreci, proje tabanlı öğrenme süreci ve tasarlayarak öğrenme sürecidir (Han ve Bhattacharya, 2001). Proje tabanlı öğrenme süreci 5 aşamayı içermektedir: 1) bağlantı kurma, 2) keşfetme, 3) araştırma, 4) üretme ve 5) paylaşma (Carbonaro vd., 2004; Frangou vd., 2008). Tasarlayarak öğrenme süreci gerçek yaşama uygun konular seçmeye, zengin ve çeşitli geri dönütler sağlamaya, tartışmalar yürütmeye ve işbirliği sağlamaya, deney yapmaya, keşfetmeye ve yansıtmaya odaklanmıştır (Han ve Bhattacharya, 2001). Mühendislik tasarım süreci ise hem proje tabanlı öğrenme hem de tasarlayarak öğrenme sürecini içermektedir. Bers (2008) ER için mühendislik tasarım sürecini önermektedir. Mühendislik tasarım süreci aşağıdaki basamakları içermektedir (Han ve Bhattacharya, 2001):

- 1) Problemi belirleme
- 2) Beyin fırtınası yaparak olası çözüme karar verme
- 3) Prototip geliştirme
- 4) Prototipi test etme ve değerlendirme
- 5) Test etme ve değerlendirme dönütlerine göre yeniden tasarlama
- 6) Sonuçları paylaşma (en sonunda çözümü yayma)

Capraro ve Slough (2013) proje tabanlı öğrenmeye dayalı STEM eğitiminin öğrenciler için hem zorlayıcı hem de motive edici olduğundan bahsetmektedir. STEM PTÖ işbirliğini, paydaş iletişimini, problem çözme gerektirir ve öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve gerçek yaşam problemlerini çözmeye yönelik parçalar halinde bulunan bilgilerini bir araya getirmek için mühendislik tasarım sürecini ön koşar ve STEM PTÖ süreci eleştirel düşünen bireyler yetiştirmede yardımcı olur (Capraro ve Slough, 2013).

ER uygulamalarında öğrenci aktivitelerini düzenlemek için proje tabanlı öğretim uygun bir metottur (Eguchi, 2010; Frangou vd., 2008). Çünkü proje tabanlı öğrenme ER alanının benimsediği inşacılık öğrenme teorisi için uygun uygulama biçimidir (Han ve Bhattacharya, 2001). Ayrıca, Üçgül'ün (2012) eğitsel robot kamplarının tasarımı ve geliştirilmesi isimli doktora çalışmasında en etkili ve beğenilen çalışmanın proje çalışması olduğu belirtilmiştir.

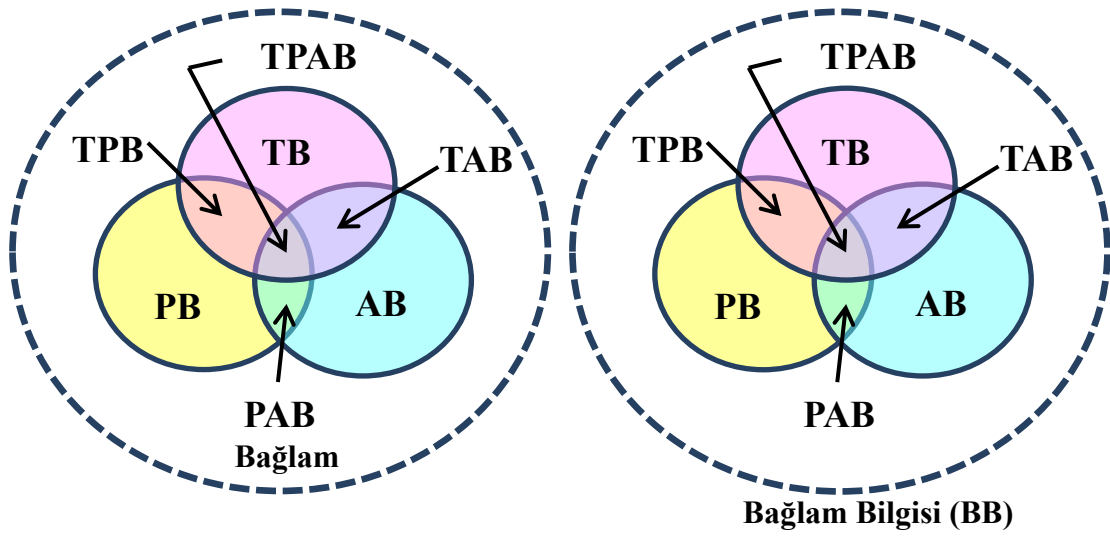
Erten'in (2019) yaptığı çalışmada ise bilişim teknolojileri öğretmenleri robotik öğretimin proje odaklı çalışma desteği sunması açısından önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada inşacılık öğrenme teorisinin benimsendiği ER etkinlikleri, PTÖ tabanlı STEM eğitiminin gerektirdiği mühendislik tasarım süreçleri ve proje tabanlı öğretim benimsenerek hazırlanmıştır.

2.5. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB)

Teknoloji sadece bir araçtır. Çocuklarla birlikte çalışmada ve onları motive etmede önemli olan şey öğretmenin kendisidir.

Bill Gates, 12 Ekim 1997, Independent Gazetesi Teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) kavramı 2005 yılında eğitim alanına teknoloji entegrasyonu olarak girmiştir (Angeli, Valanides ve Chrisdoulou, 2016). TPAB öğretmenlerin teknolojiyle birlikte etkili öğretim yapabilmeleri için Shulman'ın (1986) PAB modeline teknolojinin entegre edilmesiyle ortaya çıkmıştır (Angeli, Valanides ve Chrisdoulou, 2016). Mishra ve Koehler (2006) TPAB'ın kavramsal yapısını açıklamışlardır. Mishra ve Koehler'e göre (2006, s. 1028) göre TPAB teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve konu alan bilgisinin kesiştiği bölgede oluşan yeni ve bu 3 bileşen ile etkileşimde olan bir bilgi türüdür. TPAB'ın bileşenleri teknoloji bilgisi (TB), alan bilgisi (AB), pedagojik bilgi (PB), teknolojik alan bilgisi (TAB), pedagojik alan bilgisi (PAB), teknolojik pedagojik bilgi (TPB) ve teknolojik pedagojik alan bilgisidir (TPAB). Koehler ve Mishra'nın (2009, s. 63) oluşturduğu TPAB ve etkileşimli olduğu bilgi türleri modeli ve Mishra'nın (2019, s. 77)'da revize ettiği modeller Şekil 2.22'de gösterilmektedir.



Şekil 2.22. TPAB ve etkileşimli olduğu bilgi türleri (Koehler ve Mishra, 2009, s. 63) ve revize edilmiş TPAB modeli (Mishra, 2019, s. 77)

Şekil 2.22’de görüldüğü gibi TPAB TB, AB ve PB bilgi türlerinin kesişimlerinde bulunmaktadır. Revize edilmiş modelde bağlam yerine bağlam bilgisi denilmektedir. TPAB’ın etkileşimli olduğu bilgi türleri ise şöyle açıklanmıştır:

Alan Bilgisi (AB): Öğretmenlerin konu ile ilgili bilgilerini içermektedir. Fen bilimleri için bilimsel yöntem, teoriler ve yasaları kapsamaktadır (Koehler ve Mishra, 2009, s. 63).

Pedagojik Bilgi (PB): Öğretmenlerin öğretim süreci ile ilgili ya da öğretim yöntemleri ve öğrenme konusundaki bilgileridir. PB öğrenci öğrenmesini, ders planı geliştirmeyi, bu planın uygulanmasını, sınıf yönetimini ve öğrencilerin değerlendirilmesini kapsamaktadır (Koehler ve Mishra, 2008, s. 13).

Pedagojik Alan Bilgisi (PAB): Belirli bir konunun nasıl öğretileceğine dair pedagojik bilgiyi içermektedir (Koehler ve Mishra, 2008, s. 14). Bu bilgi türü hangi konu hangi öğretim yaklaşımıyla daha iyi anlatıldığını bilme ile ilgilidir. Aynı şekilde içeriği oluşturan unsurlar nasıl daha iyi öğretilir ile ilgili bir bilgi türüdür (Mishra ve Koehler, 2006, s. 1027).

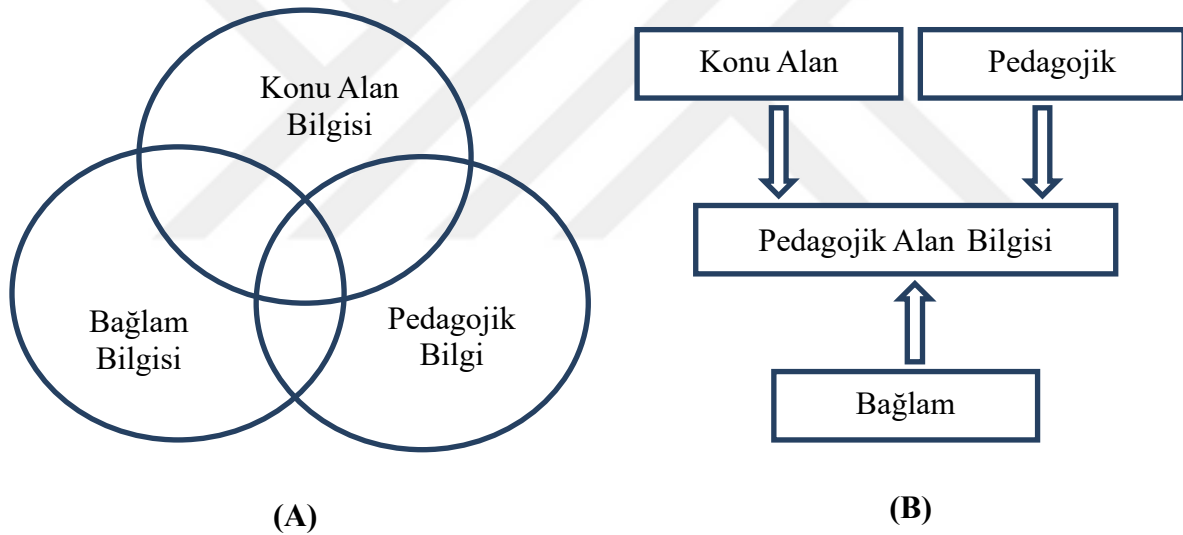
Teknolojik Bilgi (TB): Kitap, tebeşir ve kara tahta gibi standart teknolojileri ve internet ve dijital video gibi daha gelişmiş teknolojileri içeren bilgi türüdür. Bu bilgi türü teknolojileri kullanabilme becerilerini içermektedir. Dijital teknolojiler olarak işletim sistemleri, bilgisayar donanımı ve yazılım programları olarak kelime işlemciler, hesap tabloları, tarayıcılar ve e-posta kullanabilme becerilerini gerektirmektedir. TB bilgisayar aygıtlarının

ve yazılım programlarının nasıl kurulup kaldırıldığını, dosya oluşturma ve arşivleme gibi bilgileri içermektedir (Mishra ve Koehler, 2006, s.1027).

Teknolojik Alan bilgisi (TAB): Hangi öğretim teknolojilerinin hangi konu alanına uygun olarak kullanılması ile ve konu alanının teknolojiyi ne şekilde etkilediğini anlaması ile ilgili bilgi türüdür (Koehler ve Mishra, 2008, s. 16).

Teknolojik Pedagojik Bilgi (TPB): TPB öğrenme ve öğretme ortamlarında farklı teknolojilerin kullanılması ve öğretmenin bu belirli teknolojinin kullanılmasıyla nasıl etkileneceği ile ilgili bilgi türüdür (Mishra ve Koehler, 2006, s.1028). Belirli bir teknolojik araca uygun pedagojik bilgiyi kullanabilme becerisi içermektedir.

Gess-Newsome (1999, s. 12) ise bilgi türlerini “Birleştirici model” ve “Dönüşümcü model” olmak üzere iki model sunmuştur. Şekil 2.23’te “Birleştirici model” ve “Dönüşümcü model” gösterilmektedir.

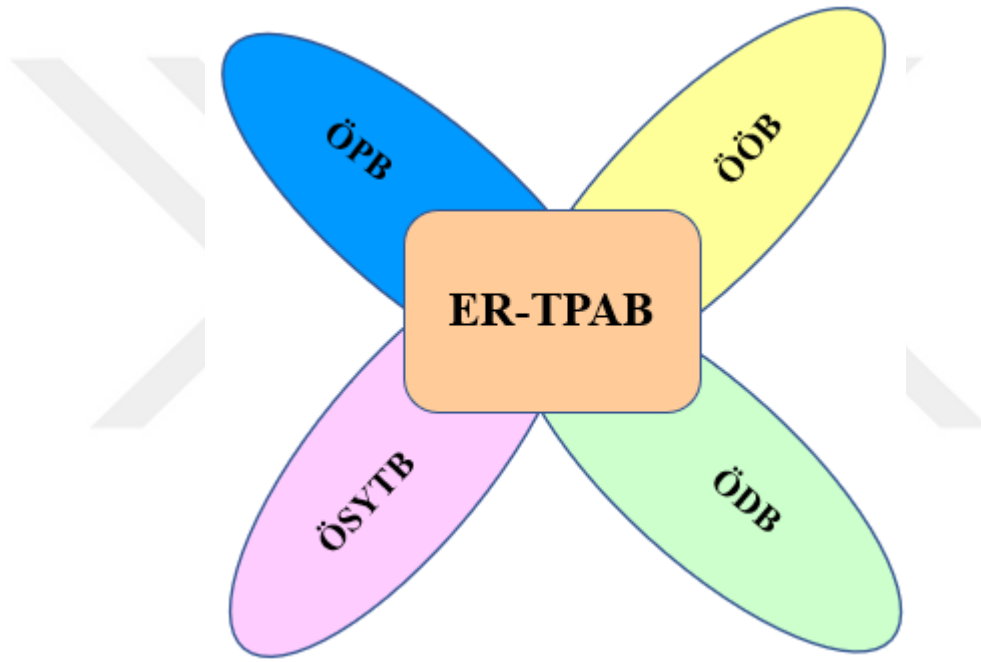


Şekil 2.23. “Birleştirici model” ve “Dönüşümcü model”. “Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation”, J. Gess-Newsome, 1999, J. Gess-Newsome and N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* içinde (s. 3-17), Kluwer Academic Publishers kaynağından uyarlanmıştır.

Gess-Newsome (1999) öğretmenin sahip olması gereken bilgi konu alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisinin kesiştiği noktadaki bilgidir. Dönüşümcü modelde ise, PAB öğretmenin sahip olması gereken tüm bilgilerin sentezidir. PAB kendini oluşturan konu alan bilgisi, pedagojik bilgi ve bağlam bilgisinden daha farklı bir bilgi türüdür.

Bütünleştirici yaklaşıma göre alan, teknoloji ve pedagoji bilgilerindeki gelişme otomatik olarak TPAB'ın gelişmesine katkıda bulunur (Koehler, Mishra ve Yahya, 2007). Öte yandan, dönüştürücü yaklaşıma göre, bu alanlardaki büyüme, TPAB'ın büyümesine otomatik olarak

katkı sağlamaz. Angeli ve Valanides (2008) TPAB için dönüştürücü modeli benimsemektedir. Dönüştürücü modele göre, TPAB bileşenlerinin dinamik etkileşimi ile oluşturulmuştur. Angeli, Valanides ve Chrisdoulou (2016, s. 25) bazı TPAB bileşenlerinin alana özgü bazılarının ise genel olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada TPAB'ın alana özgü olduğu düşüncesi benimsenmektedir. Yanış ve Yürük (2020) dönüştürücü Eğitsel Robotik TPAB modeli (ER-TPAB) geliştirmişlerdir (bkz. Şekil 2.24). Dönüştürücü ER-TPAB modelinde Niess'in (2005) öğrenen özellikleri bilgisi (ÖÖB), öğretim strateji, yöntem ve teknikleri bilgisi (ÖSYTB), öğretim programı (ÖPB) ile Magnusson, Krajcik ve Borko'nun (1999) ölçme ve değerlendirme bilgisi (ÖDB) boyutları bulunmaktadır.



Şekil 2.24. Dönüştürücü ER-TPAB modeli. “Development, validity, and reliability of an educational robotics based technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale”, H. Yanış and N. Yürük, 2020, *Journal of Research on Technology in Education*, 1-29 kaynağından erişilmiştir.

Bandura (1977) inanç ile davranışın yakından ilişkili olduğunu öz-yeterlik çalışmalarında belirtmiştir. Yani öğretmenlerin sınıf için alacağı kararlar inançlarından etkilenebilmektedir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER'yi öğretim süreçlerine entegre etmede robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inançları etkili olacaktır denilebilir. Bu sebepten dolayı FBÖA'ların ER'ye özgü TPAB öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi ve ölçülmesi amaçlanmıştır.

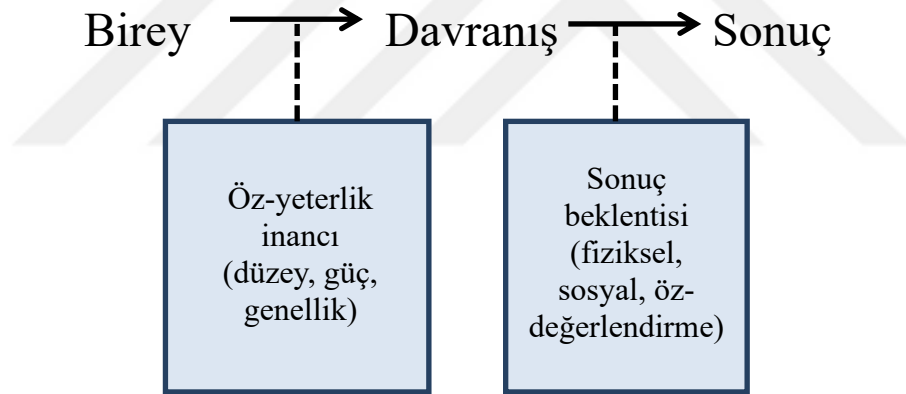
You ve Kapila'nın (2017) çalışmasında robotik entegre edilmiş mesleki gelişim programının ortaokul fen ve matematik öğretmenlerinin TPAB öz-yeterliğine etkisi araştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada bütünleştirici TPAB bakış açısı benimsenmiştir. Araştırmacılar

öğretmenlerin TPAB'ın yedi alt boyutunda (TB, PB, PAB, TAB, TPB, TPAB) puanlarının gelişim gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) çalışmasında ortaokul sınıflarında robotik entegre edilmiş STEM eğitimi için teknolojik pedagojik alan bilgisi modelinin dinamik yapısını incelemeyi amaçlamışlardır ve mesleki gelişim programına katılan 20 fen ve matematik öğretmeninin robotik temelli STEM dersini TPAB bakış açısıyla gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar öğretmenlerin robotik temelli STEM öğretimini yapabilmeleri için TPAB öz-yeterliklerini ölçen bir ölçek geliştirmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin öz-yeterliklerinin düşük olmasının altında yatan nedenlerini açıklamışlardır. You ve Kapila'nın (2017) çalışmasında olduğu gibi Rahman, Krishnan ve Kapila'nın (2017) çalışmasında da bütünleştirici TPAB bakış açısı benimsenmiştir. Rahman, Krishnan ve Kapila'nın (2017) çalışmasının bulgularına göre fen ve matematik öğretmenlerinin teknoloji bilgisi öz-yeterliği yeterince yüksek değildir. Bunun sebebini öğretmenlerin robotik gibi eğitim teknolojilerini kullanmada kısa süreli tecrübelerle sahip olmaları şeklinde belirtmişlerdir. Fen ve matematik öğretmenlerinin alan bilgisi öz-yeterlik puanları teknoloji bilgisi öz-yeterlik puanlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebini öğretmenlerin içerik öğretmede uzun süreli tecrübelerle sahip olmaları şeklinde belirtmişlerdir. Fen ve matematik öğretmenlerinin pedagojik bilgisi öz-yeterlik puanları yüksek bulunmuştur fakat alan bilgisi öz-yeterlik puanına göre daha düşüktür. Bunun sebebini öğretmenlerin öğretme konusundaki uzun deneyimlere sahip olması olarak belirtmişlerdir. Fakat alan bilgisi öz-yeterliğine göre daha düşük olmasının sebebi robot öğretmenler için yeni bir teknolojidir ve öğretmenlerin robot öğretimindeki uygun pedagojik stratejileri belirleyemedikleri olarak söylemişlerdir. Çalışma fen ve matematik öğretmenlerinin teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterliğinin yeterince yüksek olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak, öğretmenlerin önceki öğretim deneyimleri, alan bilgisinde nispeten daha iyi öz-yeterlik sağlayabileceğini, ancak robotik teknolojisinin sınıfta kullanılmaya başlanmasıyla, öğretmenlerin robotiğin potansiyelini tam olarak anlayamamış olabileceğini ve uygun pedagojik stratejileri belirlemede zorluklarla karşılaşmış olabileceğini belirtmişlerdir.

2.6. Öz-Yeterlik

Öz-yeterlik çalışmaları ilk olarak 1950 yıllarında RAND kuruluşunun Rotter'ın sosyal öğrenme kuramına (denetim odağı teorisi) dayalı yaptığı çalışmalardır (Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy, 1998). RAND araştırmacıları öğretmen öz-yeterliği ile ilgilenmiştir ve

Rotter çalışmasında 2 öz-yeterlik maddesinden bahsetmiştir (aktaran Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy, 1998). Bunlar öğretmenlerin kendilerinin kontrolleri dışında olan, öğrencilerin öğrenmelerini etkileyen dış faktörler hakkındaki becerisine ve öğretmenlerin kendilerinin kontrolleri dahilinde olan öğretmesi zor ve motivasyonu düşük öğrencilere bile öğretme becerisine yönelik inançlarıdır. Albert Bandura (1977) öz-yeterliği "bireyin belirli bir duruma yönelik performans gösterebilmesi için sahip oldukları kabiliyetlerine olan inançlarıdır" şeklinde tanımlamıştır (Bandura, 1997, s. 3). Öz-yeterlik inancı performans yeterliği inancını (performance efficacy beliefs) ve sonuç beklentisi inancını (outcome efficacy beliefs) içermektedir. Performans yeterliği inancı bir görevi nasıl yerine getireceğine yönelik öz-yeterlik inancı iken sonuç beklentisi öz-yeterlik inancı bir hedefi veya sonucu başarmaya yönelik öz-yeterlik inancıdır (Bandura, 2001). Bandura (1997) bireyin davranışlarını sonuç beklentisi ve öz-yeterlik beklentisinin etkilediğini belirtmektedir. Bandura'nın (1997) öz-yeterlik inancı ile sonuç beklentisi arasındaki nedensel ilişki Şekil 2.25'te gösterilmektedir.

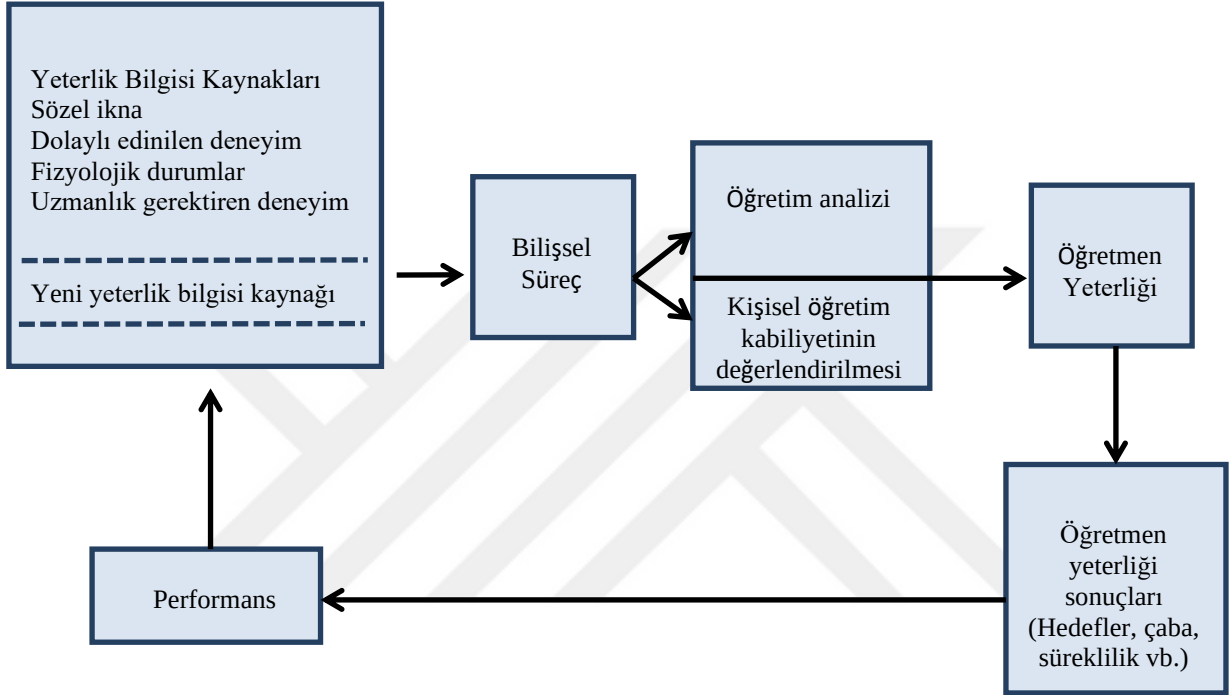


Şekil 2.25. Öz-yeterlik inancı ile sonuç beklentisi arasındaki durumsal ilişki. “Self-efficacy: The exercise of control”, A. Bandura, 1997, New York, NY: W. H. Freeman and Company kaynağından uyarlanmıştır.

Öz-yeterlik inancı bireyin belirli bir konuda performans gösterebilmesi için gereken kabiliyetine yönelik inancı iken sonuç beklentisi bu performansının sonuçlarına ilişkin yargılarıdır (Bandura, 1997).

Guskey ve Passaro (1994, s. 4) öğretmenlerin öz-yeterliklerini "öğretmenin motivasyonu düşük öğrencilerin bile nasıl daha iyi öğrenebilecekleri hakkındaki inançlarıdır" şeklinde tanımlamıştır. Berman, McLaughlin, Bass, Pauly ve Zellman ise öğretmen öz-yeterliğini “öğretmenin öğrenci performansını etkilemek için sahip olması gereken kabiliyetine yönelik inancı” olarak tanımlamaktadır (aktaran Tschannen–Moran, A. W. Hoy ve Hoy, 1998, s.

202). Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy (1998) ise öğretmen öz-yeterliğini "öğretmenlerin belirli bir bağlamdaki öğretmeyi başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmek için gerekli olan eylemleri yerine getirebilme ve düzenleyebilme kabiliyetine yönelik inançları" şeklinde tanımlamaktadır (s. 233). Öğretmen öz-yeterlik çalışmalarına dayanarak Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy (1998) öğretmen yeterlik modelini oluşturmuşlardır. Şekil 2.26'da öğretmen yeterliğinin döngüsel doğası gösterilmektedir.



Şekil 2.26. Öğretmen yeterliğinin döngüsel doğası. "Teacher efficacy: Its meaning and measure", A. W. M. Tschannen-Moran, A. W. Hoy and W. K. Hoy, 1998, *Review of educational research*, 68(2), 202-248 kaynağından uyarlanmıştır.

Modelde de görüldüğü gibi Bandura'ya (1997) göre öz-yeterlik inanç bilgisi 4 kaynaktan etkilenmektedir. Bu kaynaklar uzmanlık gerektiren deneyimler (mastery experiences), dolaylı edinilen deneyimler (vicarious experiences), sözel ikna (verbal persuasion) ve fizyolojik ve duygusal durumlardır (physiological and emotional states). Uzmanlık gerektiren deneyimler bireyin önceki deneyimlerine ve performanslarına tekabül etmektedir. Bireyin önceki deneyimleri öz-yeterlik inançlarını etkilemektedir. Birey önceki performansında başarılı ise bireyin öz-yeterlik inancı artar, eğer performansı düşük ise bireyin öz-yeterlik inancı azalır. Dolaylı edinilen deneyimler başkalarının performanslarını izleyerek öğrenmesine karşılık gelmektedir. Bireyin modelin başarısını veya başarısızlığını görmesi öz-yeterliğini etkilemektedir. Sözel ikna başkalarının yargılamasını, geri dönütlerini ve desteğini içermektedir. Son olarak, fizyolojik ve duygusal durumlar bireyin öz-yeterliğini etkilemektedir. Bir işi yaparken birey başarısızlık korkusu hissederse birey

başarabileceğinden şüphe duyar. Olumlu duygular öz-yeterlik inancını artırırken, olumsuz duygular ise öz-yeterlik inancını zayıflatır (Bandura, 1986, s. 401). Uzmanlık gerektiren deneyimler yeterlik inancına yönelik bilgi edinmede en güçlü kaynaktır (Bandura, 1997, s. 80). Bilişsel süreç (cognitive processing) bu kaynaklardan edinilen bilginin öğretim analizini (analysis of teaching task) ve kişisel öğretim kabiliyetinin değerlendirilmesini (assessment of personal teaching competence) nasıl etkileyeceğini belirler (Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy, 1998). Modele göre, öğretmen öz-yeterlik inancı bilişsel süreçlerden geçirilerek oluşmaktadır. Öğretmen öz-yeterliği sınıftaki öğrenme ortamından elde edilen dönütlere göre sürekli yenilenen bir döngüsel doğaya sahiptir. Tschannen-Moran ve Hoy (2001) bu modele göre "Öğretmen Yeterlik Algısı Ölçeği-TSES"ni geliştirmiştir.

Bandura (2006) öz-yeterlik inancı için genel amaçlı bir ölçüm aracının olmadığını belirtmiştir. Öğretmenlerin öz-yeterlikleri bağlama (Bandura, 1986; Tschannen-Moran, A. W. Hoy ve Hoy, 1998; Goddard, W. K. Hoy ve Hoy, 2000), öğrenciye ve konuya (Goddard, W. K. Hoy ve Hoy, 2000) özeldir. Öğretmenler farklı bağlamlarda farklı öz-yeterliklere sahip olabilirler. Öğretmen öz-yeterliği bağlama özel olduğundan dolayı Enochs ve Riggs (1990) fen öğretimi ile ilgili öz-yeterlik inancını ölçmek için Fen Öğretimi Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği'ni (Science Teaching Efficacy Belief Instrument- STEBI) geliştirmiştir. Bandura'nın Öğretmen Öz-Yeterlik Ölçeği gibi STEBI öz-yeterliğin 2 boyutunu içermektedir. Bunlar fen öğretiminde kişisel öz-yeterlik inancı (personal science teaching efficacy belief) ile fen öğretiminde sonuç beklentisi (science teaching outcome expectancy) boyutlarıdır. Bu ölçek ülkemizde Özkan, Tekkaya ve Çakıroğlu (2002) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır.

Öz-yeterlik insanların hangi görevi yapacağı, bu göreve ne kadar süre ve çaba harcayacağı gibi günlük hayattaki kararlarını (Kıran ve Sungur, 2012), algılarını, yargılarını ve öğrencilerin öğrenmesini etkileyecek öğretim stratejilerini (Pajares, 1992) etkilemektedir. Öğretmen öz-yeterliği ise öğrenci motivasyonu, öz benliği, pozitif tutum ve öğrencinin kendi öz-yeterliği ile ilişkilidir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Ayrıca, öğretmen öz-yeterliği başarılı bir öğretim için çok önemli bir faktördür (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Öğretmen öz-yeterliği başarılı bir STEM eğitimi için kritik bir öneme sahiptir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Rittmayer ve Beier (2008) yüksek STEM öz-yeterliğine sahip bireyler STEM alanlarında daha iyi performans göstereceğini ifade etmektedir. Buna göre yüksek STEM öz-yeterliğine sahip öğretmen adaylarının STEM eğitimi performanslarının düşük olanlara göre daha iyi olacaktır. Uzmanlık gerektiren

deneyimler öz-yeterliğin önemli bir yordayıcısı olduğundan dolayı (Bandura, 1997) STEM eğitimine uzmanlık gerektiren deneyimlerin entegre edilmesi gerekmektedir (Kaiser, 2016). STEM eğitimi:

- Öz-düzenlemeyi gerektiren aktif katılımlı ve laboratuvar etkinlikleri ve projeleri içermelidir.
- Öğrencilerin kabiliyetlerine uygun zorlayıcı fakat imkânsız olmayan aktiviteler hazırlanmalıdır.
- Öğrencilere için ustalık gerektiren deneyimler geri dönüt verilerek ve öğrenciler cesaretlendirilerek (sosyal ikna ile) artırılmalıdır. Öğrencilerin öz-yeterliğinin artması için bu deneyimlerin yorumlanmasında öğrencilere yardım edilmelidir.

Eğer uzmanlık gerektiren deneyimler sınırlı ise dolaylı edinilen deneyimler bilgi sağlamada yardımcı olur. Başka kişilerinin deneyimlerini gözlemleme fırsatının olması kadınların STEM öz-yeterlikleri üzerine etkisi bulunmaktadır (Zeldin ve Pajares, 2000). Buna göre öğrencilere akranlarının performanslarını gözlemleyerek dolaylı edinebilecekleri deneyim ortamları hazırlanmalıdır (Kaiser, 2016).

Öğretmen adaylarının öğrenim sürecinde ve öğretmenliğe başladıkları ilk yıldaki deneyimleri öz-yeterlik inanç gelişimlerini etkilemektedir (Hoy ve Spero, 2005). Bu kapsamda öğretmen adaylarının öz-yeterlik inancını öğrenim sürecinde geliştirmek önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterliğini geliştirmek için Bandura'nın (1997) 4 ilkesi takip edilerek uzmanlık gerektiren deneyimler içeren öğrenme ortamı hazırlanmıştır. Bu 4 ilke şunlardır (Ahlgren ve Verner, 2007):

- Fen bilgisi öğretmen adaylarının uzmanlık gerektiren deneyimlerle öz-yeterlik inancı gelişir.
- Etkili sosyal modeller (dolaylı edinilen deneyim) fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inancını geliştirir.
- Sözel ikna fen bilgisi öğretmen adaylarının öğrenmeleri hakkındaki başarı inançlarını güçlendirir.
- Fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançları stres ve negatif duygularının azaltılmasıyla artırılır.

Ahlgren ve Verner (2007) robotik eğitiminde öz-yeterlik geliştirme çalışmalarında bu 3 ilkeyi takip etmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre:

- Sosyal modeller: Takım çalışması öğrencileri bir araya getirmiştir. Deneyimli öğrenciler yeni öğrencilere mentörlük etmişlerdir. Öğrenciler benzer robotik ilgisine sahip diğer bireylerle çalışma fırsatı bulmuşlardır.
- Sosyal ikna ve yapılandırma: Proje gruplarının içinde deneyimli öğrenciler ve mentörler diğer öğrencileri destekleyici etkileşimde bulunmuşlardır veya yönlendirmişlerdir.
- Stresi ve negatif duyguları azaltma: Deneyimli öğrenciler robotik projesinde başarısız olan kişilerin stresini ve negatif duygularını azaltmada yardımcı olmuşlardır.

21. yüzyılda teknolojinin hızla ilerlemesi ile birlikte öğretim sürecine teknolojinin entegrasyonu zorunlu bir hale gelmiştir. Fakat öğretmenler teknolojiyi öğretim sürecine entegre etmede zorluk çekmektedirler. Ertmer, Paul, Molly, Eva ve Denise (1999) teknoloji entegrasyonu sürecinde karşılaşılan engelleri birinci dereceden ve ikinci dereceden engeller olmak üzere 2 grupta ele almaktadır. Birinci dereceden engeller: Yazılım ve donanım eksiklikleri, öğretmen adayları-öğretmen-öğretim üyelerine verilen eğitimlerin yetersizliği, yöneticilerin teknoloji kullanımına destek vermemesi, sınıfların ve okulun fiziksel koşullarının yetersizliği, sınıfların kalabalık olması, teknik destek verecek uzmanların olmaması, ekonomik kaynaklardaki yetersizlikler, teknolojinin entegre edildiği bir ders için gerekli hazırlıkları yapacak zamanın olmamasıdır. İkinci dereceden engeller ise: Öğretmen adayları-öğretmen-öğretim üyelerinin TPAB'lerinin yetersiz olması, öz-yeterlik düzeylerinin düşük olması, olumsuz tutuma sahip olmaları, motivasyon eksiklikleri ve teknoloji okuryazarı olmamalarıdır. Bu engelleri ortadan kaldırmak için öğretmen adaylarının TPAB'lerinin ve öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda bu çalışmada ER uygulamaları kullanılacağı için fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi ve ölçülmesi amaçlanmaktadır. Angeli, Valanides ve Chrisdoulou (2016, s. 25) bazı TPAB bileşenlerinin alana özgü bazılarının ise genel olduğunu belirtmişlerdir. Bu yüzden bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inançlarının geliştirilmesi ve ölçülmesi hedeflenmiştir.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın metodolojisi, deseni, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri toplama araçları ve analizi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

3.1 Araştırmanın Metodolojisi ve Deseni

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının (FBÖA'ların) eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarına, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini belirlemeyi, bu eğitim sürecinde FBÖA'ların oluşturduğu eğitsel robotik proje ürünlerin yaratıcılık özelliklerini belirlemeyi ve ER uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerini öğretim sürecine nasıl entegre ettiklerini belirlemeyi amaçlayan bu araştırmada çoklu yöntem (multimethod) araştırması benimsenmiştir.

Campbell ve Fiske'nin (1959) ilk defa bahsettiği "çoklu işlemsellik" (multiple operationalism) kavramını temsil eden çeşitleme fikri ortaya çıkmıştır ve çoklu yöntem metodlarının kullanılmasında örnek bir çalışma yapmışlardır. Campbell ve Fiske'nin (1959) "çoklu işlemselliği" bugün çoklu methoda tekabül etmektedir (Johnson, Onwuegbuzie ve Turner, 2007). Alanyazında çoklu yöntem ve karma yöntem araştırması birbirinin yerine kullanılmaktadır.

Karma yöntem araştırması nitel araştırma ve nicel araştırma ile birlikte üçüncü bir araştırma paradigması olarak benimsenmektedir (Johnson, Onwuegbuzie ve Turner, 2007, s. 112). Johnson, Onwuegbuzie ve Turner (2007, s. 123) bu alandaki 19 araştırmacının tanımlarından yola çıkarak genel bir tanım yapmışlardır. Bu araştırmacılara göre karma yöntem araştırması "Araştırmacıların nitel ve nicel araştırma yaklaşımlarının unsurlarını (nitel ve nicel bakış açısı, veri toplaması, analizi, çıkarım teknikleri vb.) kapsamlı ve derinlemesine anlama ve destekleme amacıyla birleştiren bir araştırma çeşidi" olarak tanımlanmıştır. Karma yöntem

araştırmasının tercih edilmesindeki temel gerekçe bir araştırma problemini araştırırken hem nitel hem de nicel araştırmanın zayıf yönlerini tamamlamasıdır (Creswell, 2015; Creswell ve Plano Clark, 2006, Fraenkel ve Wallen, 2009) ve araştırmayı bütüncül ve derinlemesine sergilemektir.

19 araştırmacıdan biri olan Hunter (s. 119) karma yöntemi şöyle tanımlamıştır:

Karma yöntem genellikle nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin aynı araştırma projesinde birleştirilmesine denir. Aynı araştırma projesinde farklı araştırmaların birleştirilebilmesinde ben "*çoklu yöntem araştırması*" terimini kullanmayı tercih ederim. Bu durum sadece nicel ve nitel olarak kısıtlanmamalı aynı zamanda nitel katılımcı gözlem ile nitel derinlemesine görüşme birleştirilebilir. Ayrıca, nicel araştırma yine nicel araştırma ile birleştirilebilir. 19 tanımın içinde Hunter yöntemler arası (between methods: QUAL, QUAL) birleşmenin de olabileceğinden bahsetmiştir. Hunter ve Brewer (2015) ayrıca alanyazındaki "*karma yöntem*" teriminin nicel ve nitel yöntemlerin birleştirilmesi iken "*çoklu yöntem*" kapsamlı bir şekilde nicel ya da nitel farketmeksizin 2 ya da daha fazla yöntemin birleştirilmesi anlamına geldiğini vurgulamaktadır. "*Karma yöntem çoklu yöntemin altkümesidir*" (s. 187) şeklinde belirtmişlerdir.

Patton ise karma yöntemi bu çalışmada şöyle tanımlamıştır:

Karma yöntemi bulguları çeşitlemeyi sağlayan ve farklı bakış açılarını sorgulayan bir şekilde farklı veri kaynaklarının kullanımını sorgulayan bir yöntem olarak düşünürüm. Bu bağlamda aynı araştırmada farklı soruları araştırmak için farklı yöntemleri kullanmak karma yöntem değildir (s. 120).

Morse (2003) karma yöntem ve çoklu yöntem tanımlarını şu şekilde yapmıştır:

Karma yöntem nicel ya da nitel teorik dayanağı olan bir projede çeşitli nicel veya nitel stratejilerin birleşimidir. 2. olarak kullanılan strateji ana yöntemi tamamlayıcıdır ve ana yöntem içinde takip edilecek ipuçları sağlar. *Çoklu yöntem* ise her birinin kendi içinde katı bir şekilde uygulandığı ve tamamlandığı 2 ya da daha fazla araştırma yönteminin bir projede uygulanmasıdır. Daha sonra bulgular anlamlı bir bütün oluşturmak için çeşitlenir (s. 190).

Bunlara ek olarak, Morgan (2013) karma yöntemin sadece nicel ve nitel yöntemlerin birleştirilmesi değil bu yöntemlerin birbirine entegre edilmesinden bahsetmiştir. Teddlie ve Tashakkori (2006) entegrasyonun eksik olduğu çalışmaları "yarı-karma yöntem" şeklinde ifade etmiştir.

Sonuç olarak, karma yöntem araştırmalarında yöntemlerin "entegrasyon"u zorunlu iken çoklu yöntem araştırmalarında yöntemlerin "birleştirilmesi" söz konusudur. Karma yöntem araştırmalarında araştırma yöntemleri araştırmanın çeşitli kısımlarında (veri toplama, veri

analizi, bulgular vb.) entegre edilmektedir ve her iki yönteme de aynı araştırma sorusuna cevap vermek üzere ihtiyaç duyulmaktadır.

Morse'a (2003) göre çoklu yöntem araştırmasının çeşitli güçlü yanları vardır. Bunlar: Çoklu yöntem araştırmasında bir olguyu açıklamada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanılması

- Olguya daha bütüncül bir bakış açısı sağlar.
- Farklı düzeyde veriler toplanmasını sağlar.
- Olguya farklı bir bakış açıdan bakılmasını sağlar.

Nitel ve nicel araştırma yaklaşımını benimseyen araştırmacıların araştırmalarına yönelik yaklaşımları ve inançları farklılık göstermektedir ve bu yaklaşımları onların dünya görüşleriyle (paradigmalarıyla) ilişkilidir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Paradigma terimini ilk defa Thomas Kuhn (1962, 1970) kullanmıştır ve uzmanlar topluluğuna ait genellemeler, inanışlar ve değerler dizisi olarak tanımlamıştır (Creswell ve Plano Clark, 2011). Nitel araştırma yorumlamacı veya yapılandırmacı paradigmayı benimserken, nicel araştırma pozitivist paradigmayı benimsemektedir (Glesne ve Peshkin, 1992). 21. yüzyılda sosyal bilimlerde araştırmalarında gerçekliği yansıtabilmek için çok yönlü ve esnek bir paradigmaya ihtiyaç duyulmuştur (Denscombe, 2008). Bu yüzden, paradigmaların birleştirilmesi ile ilgili tartışmalar olmasına rağmen pragmatizm birçok karma ve çoklu yöntem araştırmacısı (Creswell ve Plano Clark, 2006; Tashakkori ve Teddlie, 2003a) tarafından karma yöntem araştırması için en uygun felsefe olduğu düşünülmektedir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Pragmatistler araştırmacılar için işlerine ne yararsa onu kullanmaları gerektiğini öne sürmektedir. Çoklu ve karma yöntem araştırmalarını savunan bir diğer felsefi görüş ise *"dönüşümcü paradigma"* (transformative paradigm) (Creswell ve Plano Clark, 2011). Bu görüşteki argüman çoklu yöntem, sosyal olguların pratikteki eyleminin bulgularını bağdaştırmayı aydınlatan bir şekilde yayılabilmesidir. Bu eylemler sosyal adalete ve marjinalleştirilmiş gruplar için eşitliğe sahip olmak ile ilgilidir.

Nitekim, hangi araştırma yönteminin kullanılacağı konusunda karar vermede en önemli unsur araştırma sorusu olmalıdır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Ayrıca, Greene ve Caracelli (1997) karma yöntem araştırmasında kullanılan farklı paradigmaların ne zaman kullanıldığının belirtilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Alanyazın incelendiğinde çoklu yöntem ve karma yöntem terimlerinin birbiriyle karıştırıldığını görülmektedir. Farklı yazarlar tarafından oldukça farklı bir şekilde

tanımlanmıştır. Morse (2003) çoklu yöntemi NİC ve NİT yöntemlerinin bir araştırma programının iki ayrı bölümü olarak kullanılması şeklinde ifade etmiştir. Çoklu yöntem iki nicel araştırmayı, iki nitel araştırmayı veya bir nicel ve bir nitel araştırmayı içerebilmektedir. Nicel ve nitel araştırmanın birlikte uygulandığı araştırmalara karma yöntem araştırması da denmektedir. Karma yöntem araştırmasında aynı araştırma sorusuna hem nicel hem de nitel araştırma ile cevap aranmaktadır ve araştırmanın belli bir aşamasında birleştirilerek yorumlanma amacı bulunmaktadır. Çoklu yöntem araştırmasında ise farklı araştırma sorularına farklı araştırma yöntemleri ile cevap aranmaktadır ve sonuçların birleştirilme amacı bulunmamaktadır. Çoklu yöntem araştırmasının karma yöntem araştırmasını kapsadığı sonucuna varılmıştır. Mevcut çalışmadaki farklı araştırma soruları için farklı araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin farklı araştırma sorularını cevaplamak için kullanıldığı bu çalışmada yöntem olarak çoklu yöntem araştırması, felsefi görüş olarak pragmatizm benimsenmiştir.

Morse (2003) çoklu yöntem desenlerini ifade etmede aşamaların önceliğini ve zamanlamasını belirten semboller kullanmıştır. "nic" ifadesi nicel araştırmayı "nit" ifadesi nitel araştırmayı ifade etmektedir. Büyük ve küçük harf kullanarak hangi yöntemin daha öncelikli olduğunu belirtmektedir. Zamanlamayı ise "+" (eş zamanlı ise) ve "→" (sıralı ise) işaretleriyle ifade etmiştir. Morse ve Niehaus (2009) "=" işaretini ise yöntemlerin hangi aşamada birleştirileceğini belirtmek için kullanmıştır.

Morse (2003, s.197) teorik yaklaşımının tümdengelim veya tümevarım olmasına diğer bir deyişle hangi yöntemin baskın olmasına ve uygulanma sırasına göre çoklu yöntemde 8 desenden bahsetmiştir. Araştırmada nicel yöntem veya tümdengelim baskınsa "NİC" şeklinde ifade edilmektedir. Eğer araştırmada nicel yöntem veya tümdengelim baskın değilse "nic" şeklinde ifade edilmektedir. 8 çoklu yöntem Tablo 3.1'de bahsedilmiştir.

Tablo 3.1

Çoklu Yöntem Desenleri

Tümevarım Benimsenen Desenler	1. NİT + nit	2 nitel yöntem eş zamanlı ve nitel yöntem baskın
	2. NİT → nit	2 nitel yöntem sıralı ve nitel yöntem baskın
	3. NİT + nic	1 nitel yöntem ve 1 nicel yöntem eş zamanlı ve nitel yöntem baskın
	4. NİT → nic	1 nitel yöntem ve 1 nicel yöntem sıralı ve nitel yöntem baskın
Tümdengelim Benimsenen Desenler	1. NİC + nic	2 nicel yöntem eş zamanlı ve nicel yöntem baskın
	2. NİC → nic	2 nicel yöntem sıralı ve nicel yöntem baskın
	3. NİC + nit	1 nicel yöntem ve 1 nitel yöntem eş zamanlı ve nicel yöntem baskın
	4. NİC → nit	1 nicel yöntem ve 1 nitel yöntem sıralı ve nicel yöntem baskın

Creswell ve Plano Clark (2017) NİC+NİT gösteriminde nicel ve nitel yöntemlerin aynı anda uygulandığı, her iki yöneme de eşit vurgu yapıldığı ve sonuçların yakınsandığını belirtmektedir. Bu araştırmada ise nicel yöntem ile nitel yöntem eş baskın olduğu için NİC + NİT deseni kullanılması planlanmıştır.

Nicel ve nitel araştırma yöntemlerini birlikte ele alan bu çoklu yöntem araştırmasının nicel aşamasında; deneysel araştırmalarda kullanılan “tek grup ön test-son test desen” (Fraenkel ve Wallen, 2009), nitel aşamasında ise; “durum çalışması” (Yin, 2003) eş zamanlı olarak tasarlanmıştır. Tek grup ön test-son test desen şeması Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2

Tek Grup Ön Test-Son Test Desen

	Ön-test	Eğitsel Robotik Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi	Son-Test
Tek grup	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	X	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği
	Bilgisayarca Düşünme Ölçeği	X	Bilgisayarca Düşünme Ölçeği
	Eğitsel Robotik TPAB Öz-yeterlik İnanç Ölçeği	X	Eğitsel Robotik TPAB Öz-yeterlik İnanç Ölçeği

“Deneyisel desenin amacı değişkenler arasında oluşturulan neden-sonuç ilişkisini test etmektir” (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011, s.191). Bu araştırmanın bağımsız değişkeni; ders kapsamında gerçekleştirilen ER uygulamaları, bağımlı değişkeni ise öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları, bilgi işlemsel düşünme becerileri ve eğitsel robotik TPAB’a yönelik öz-yeterlik inançlarıdır.

Bu çalışmanın nitel araştırma bölümünde durum çalışması deseni kullanılmıştır. Merriam (1998) durum çalışmasını sınırlı bir sistemin derinlemesine ve bütüncül bir şekilde betimlenmesi ve incelenmesi olarak tanımlamaktadır. Yin (2003) durum çalışmasını “Özellikle olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin olarak belli olmayan güncel bir olguyu kendi doğal ortamında çalışan, deneye dayalı ve sorgulayıcı bir araştırma yöntemi” (s. 13) olarak tanımlamaktadır.

Yıldırım ve Şimşek (2008) durum çalışmasını şöyle tanımlamıştır:

Görüşme, gözlem, doküman analizi gibi çok boyutlu veri toplama tekniklerinin kullanıldığı, eldeki verilerin betimleme, örüntüleri ortaya çıkarma ve karşılaştırmalı analiz gibi yöntemlerle analiz edildiği ve sonuçların, durumları tek başına veya karşılaştırmalı olarak tanımlanması ve yorumlanması yoluyla raporlaştırıldığı çalışmalara denir (s. 79).

Durum çalışmasının amacı bir olguyu veya durumu (birimi) kendi bağlamı içerisinde derinlemesine ve bütüncül olarak incelenmesini sağlamaktır (Patton, 1987). Stake (1995) olguların tek başına anket ve ölçeklerle anlaşılmasının zor olduğunu, durum çalışmasının ise olguların bütüncül bir şekilde araştırılmasına ve analiz edilmesini sağladığından dolayı durum çalışmasının önemli olduğunu vurgulamıştır. Durum sayısına göre durum çalışması türleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Bu çalışmada durum çalışması deseninin bütüncül çoklu durum çalışması türü kullanılmakta olup incelenen durumlar FBÖA’ların oluşturdukları eğitsel robotik ürünlerin yaratıcılık özelliği, eğitsel robotik TPAB ve STEM entegrasyonu yaptıkları ders planlarıdır. Bu durumlar analiz edilerek birbirleri ile karşılaştırılacaktır. Araştırma verileri ise grup görüşmesi, yansıtıcı günlük, ders planı, gözlem ve eğitim video kayıtları kullanılarak toplanmıştır.

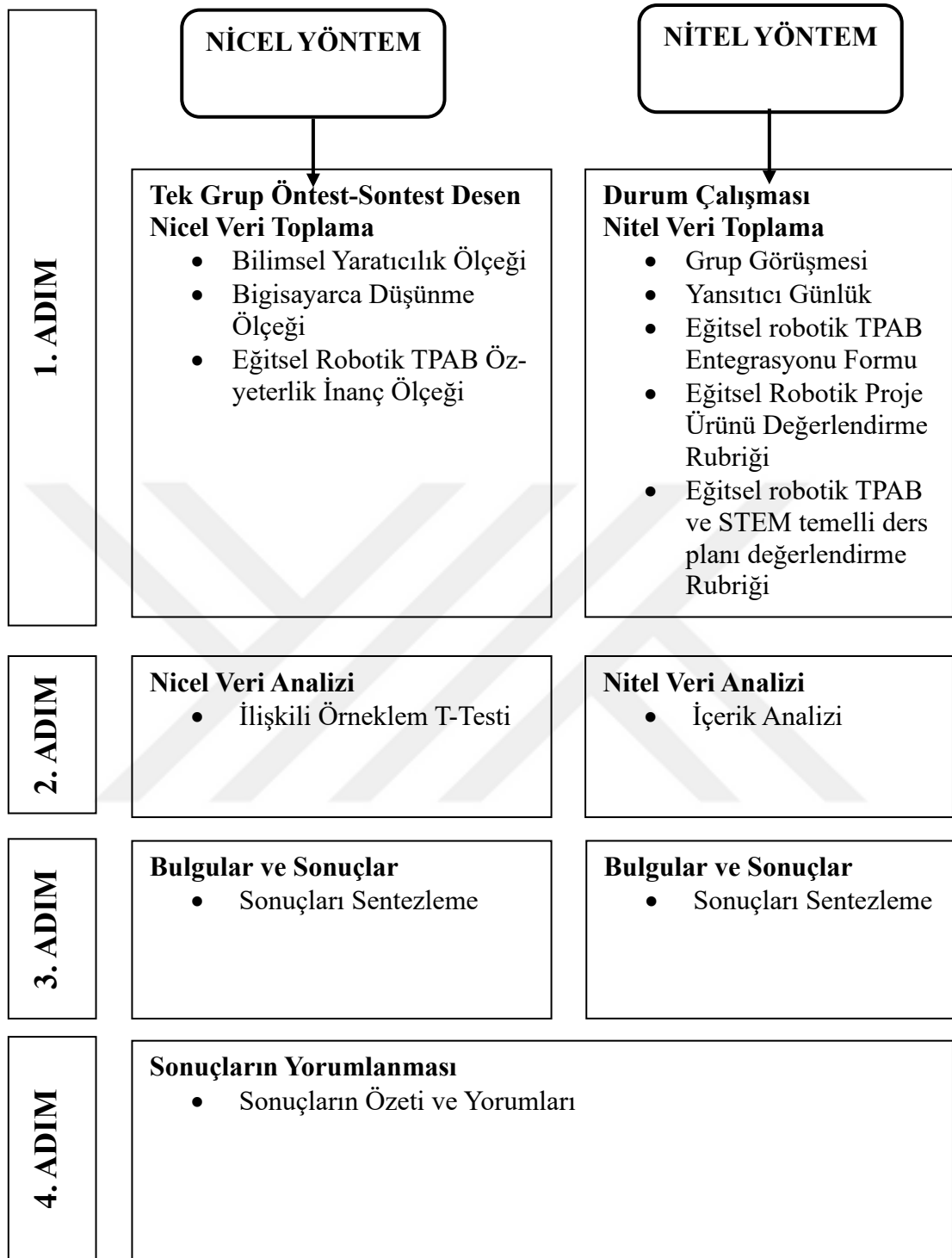
Tablo 3.3

Durum Sayısına Göre Durum Çalışması Türleri

Tek durum desenleri		Çok durum desenleri
Bütüncül (Tek bir analiz birimi)	Tip 1 Bütüncül Tek Durum • Tek bir analiz birimi (bir birey, bir kurum vs.) vardır. • İyi formüle edilmiş bir kuramın teyit edilmesi veya çürütülmesi amacıyla, • Aşırı, aykırı ya da kendine özgü durumların araştırılmasında, • Daha önce kimsenin ulaşamadığı veya çalışmadığı durumlarda kullanılabilir.	Tip 3 Bütüncül Çoklu durum • Her bir durum kendi başına bütüncül olarak ele alınır ve daha sonra birbiriyle karşılaştırılır.
İç içe geçmiş (çoklu analiz birimleri)	Tip 2 Gömülü tek durum • Tek bir durum içinde birden fazla alt tabaka veya birim olabilir. Örn: Okulu araştıran bir araştırmacının okulun tüm katmanlarından veri toplaması gereklidir.	Tip 4 Gömülü çoklu durum • Yine birden fazla durum söz konusudur ancak ele alınan her bir durum kendi içinde alt birimlere ayrılarak çalışılabilir.

Not: “*Case study research: design and methods*”, R. K Yin, 2003, 3rd ed., London: SAGE Publications, Inc kaynağından uyarlanmıştır.

NİC + NİT desen uygulaması akış şeması Şekil 3.1'deki gibi Creswell ve Plano Clark'ın (2017) eş zamanlı deseni göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. NİC + NİT desen uygulaması akış şeması

3.2 Araştırmanın Katılımcıları

Çoklu yöntemler araştırma yönteminin kullanıldığı bu araştırmanın katılımcılarını Ankara’da bir üniversitede Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı’nda öğrenim gören 4.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları (FBÖA’lar) oluşturmaktadır. Araştırmanın katılımcıları Patton’ın

(1990) uygun örnekleme ve amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. FBÖA'ların öğretim yöntemleri hakkında bilgi edinmeleri ve ders planı hazırlayabilmeleri için FB314MB Özel Öğretim Yöntemleri I (ÖÖY I) dersini almış ve FB314MB Özel Öğretim Yöntemleri II (ÖÖY II) dersini alıyor olmaları gerektiği için 4.sınıf düzeyindeki öğretmen adayları seçilmiştir. Ayrıca, Fraenkel ve Wallen (2009) deneysel desen için katılımcı sayısının minimum 30 kişi olması gerektiğini önermektedir. Araştırmaya 29 kişi katılmış olup gruplar halinde çalışılmıştır. 29 öğretmen adayı çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır ve Ek 1'de verilen "Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" imzalatılmıştır. Araştırmanın nitel aşaması bilimsel yaratıcılık ön-test puanlarına göre çeşitlilik sağlanacak şekilde bilimsel yaratıcılık puanı düşük, orta ve yüksek olan öğretmen adaylarını içeren 6 heterojen yapıda grup oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık puanına göre grup oluşturulma sebebi bir gruba bilimsel yaratıcılık puanı yüksek veya düşük olan öğretmen adaylarının toplanmamasıdır. Fakat eğitim sürecinin başlarında öğretmen adayları arasında anlaşmazlıklar çıkmıştır ve gruplar arasında değişiklik yapılmak zorunda kalınmıştır. Bu durum grupların heterojen yapısını bozmuştur. FBÖA'lardan gruplarına isim vermeleri istenmiştir. El-Cezeri, Steve Jobs, Kepler, Tesla, Josephine Cochrane ve Marie Curie isimli gruplar oluşturulmuştur. Kepler grubu akıllı sera tasarımı projesini tasarladıktan sonra Kepler 1 ve Kepler 2 şeklinde ikiye bölünmüştür ve toplamda 7 grup olmuştur. Öğretmen adaylarının gizliliğini sağlamak amacıyla verilerin kodlanması ve raporlaştırılmasında her bir öğretmen adayına kod verilmiştir. FBÖA'lara ait bilgiler ve kodlamalar Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4

Katılımcı Bilgileri

Grup Adı	Öğretmen Adayı Kodu	BY Ön Test Puanı	Cinsiyet
El-Cezeri	EC_1	77	Kadın
	EC_2	68	Erkek
	EC_3	89	Kadın
	EC_4	43	Kadın
	EC_5	38	Kadın
	Ortalama Puan	63,00	
Steve Jobs	SJ_1	60	Kadın
	SJ_2	90	Erkek
	SJ_3	118	Kadın
	SJ_4	76	Erkek
	SJ_5	80	Kadın
	SJ_6	50	Kadın
	Ortalama Puan	79,00	
Kepler 1	K1_1	75	Kadın
	K1_2	52	Kadın
	K1_3	43	Kadın
	Ortalama Puan	56,70	
Kepler 2	K2_1	56	Kadın
	K2_2	82	Kadın
	Ortalama Puan	69,00	

Tablo 3.4 (devam)

Katılımcı Bilgileri

Tesla	T_1	85	Kadın
	T_2	87	Kadın
	T_3	66	Kadın
	T_4	58	Kadın
	T_5	72	Kadın
	T_6	51,00	Kadın
	Ortalama Puan	69.80	
Josephine Cochrane	JC_1	50	Kadın
	JC_2	85	Kadın
	JC_3	96	Kadın
	JC_4	62	Kadın
	Ortalama Puan	73,30	
Marie Curie	MC_1	98	Kadın
	MC_2	69	Kadın
	MC_3	44	Kadın
	Ortalama Puan	70.30	
Sınıf ortalaması		69,60	

3.3 Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları

Araştırmada nitel ve nicel veri toplama araçları bir arada kullanılmıştır. Ölçme araçlarını seçerken dikkat edilmesi gereken husus ölçeğin güvenilir ve geçerli olmasıdır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Ölçeğin güvenilir olması tutarlı sonuçlar vermesi, geçerli olması ise ölçeğin ölçülmesi düşünülen özelliği ne derecede doğru ölçmesi ile ilgilidir. Bu araştırmada kullanılacak ölçeklerin seçiminde geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış ve katılımcı düzeyinin uygun olmasına dikkat edilmiştir. Nicel veri toplama araçları olarak Hu ve Adey'in (2002) "Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği", Korkmaz, Çakır ve Özden'in (2017) "Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyi Ölçeği" ve araştırmacı tarafından geliştirilen "Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği (Eğitsel robotik TPAB ÖYİÖ)" kullanılmıştır. Ayrıca, FBÖA'ların Arduino Uno R3 ile ilgili bilgilerini ölçmek için araştırmacı tarafından Arduino bilgi testi oluşturulmuştur. Nitel veri toplama araçları olarak ise grup görüşme formu, eğitsel robotik entegrasyonu formu, yansıtıcı günlükler, eğitsel robotik proje ürün değerlendirme rubriği ve eğitsel robotik TPAB ve STEM temelli ders planı değerlendirme rubriği kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan tüm veri toplama araçlarının araştırma sorularına göre dağılımı Tablo 3.5'deki gibi özetlenmiştir.

Tablo 3.5

Veri Toplama Araçlarının Araştırma Sorularına, Uygulama Biçimine, Soru Tipine, Uygulama Amacına Göre Dağılımı

Araştırma Soruları	Veri Toplama Araçları	Uygulama Biçimi, Soru Tipi	Uygulama Amacı	Geliştiren
1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme puanları arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?	Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği	Ön test-Son test Likert	FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB hakkındaki öz-yeterlik inançlarının süreçte nasıl değiştiğini araştırmak	Araştırmacı
a) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?				
b) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilimsel yaratıcılık becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	Ön test-Son test Açık uçlu	FBÖA'ların BY'nin süreçte nasıl değiştiğini araştırmak	Hu ve Adey (2002)
c) Fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önceki ve sonraki bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark var mıdır?	Bilgisayarca Düşünme Ölçeği	Ön test-Son test Likert	FBÖA'ların BİD'in süreçte nasıl değiştiğini araştırmak	Korkmaz, Çakır ve Özden (2017)
2. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci ile ilgili görüşleri nelerdir?	Grup görüşmesi Yansıtıcı günlükler Eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu	Yarı-yapılandırılmış, Açık uçlu Yapılandırılmış, Açık uçlu Yapılandırılmış Görüşme, Açık uçlu	FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM Eğitimi süreci ile ilgili görüşlerini almak	Araştırmacı

Tablo 3.5 (devam)

Veri Toplama Araçlarının Araştırma Sorularına, Uygulama Biçimine, Soru Tipine, Uygulama Amacına Göre Dağılımı

3.	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerinin gelişimleri nasıldır?	Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	Ön test-Son test Açık uçlu	FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde yaratıcılık becerilerinin gelişimlerini incelemek	Hu ve Adey (2002) Araştırmacı
		Grup görüşmesi	Yarı-yapılandırılmış, Açık uçlu		
		Yansıtıcı günlükler	Yapılandırılmış, Açık uçlu		
		Akıllı Sera Tasarımı, Akıllı Şehir Tasarımı proje ürünleri	Proje Ürünü Değerlendirme Rubriği		
4.	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu nasıldır?	Grup görüşmesi	Yarı-yapılandırılmış, Açık uçlu	FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonlarını incelemek	Araştırmacı
		Yansıtıcı günlükler	Yapılandırılmış, Açık uçlu		
		Ders planı	Yarı-yapılandırılmış ders planı		

3.3.1 Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nicel verileri ÖÖY-II dersi kapsamında öğretmen adaylarına verilen ER uygulamalara dayalı STEM eğitimi öncesinde ve sonrasında toplanmıştır. Ölçeklerin uygulanması için üniversiteden alınan etik kurul izni Ek 14'te yer almaktadır.

3.3.1.1 Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Araştırmada orijinali Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilmiş Kadayıfçı (2008) tarafından Türkçeye uyarlanan bilimsel yaratıcılık ölçeği ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Alanyazın incelendiğinde, Aktamış (2007), Kadayıfçı (2008) ve Deniz Çeliker (2012) ölçeği Türkçeye uyarlayarak kullanmışlardır. Hu ve Adey'in (2002) bilimsel yapı yaratıcılık modeli bilimsel ürün (teknik ürün, bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem), özellik (akıcılık, esneklik ve özgünlük) ve süreç (düşünme ve hayal etme) olarak 3 boyuttan ve alt boyutlarından oluşmaktadır. Modelde bu 3 boyut ve alt boyutlarına dair 24 hücre bulunmaktadır. Bu hücrelerin kapsam geçerliğini sağlamak için ölçeğin ilk halinde her hücreye dair 2 soru yazılmıştır. Ayrıca kapsam geçerliliğini sağlamak için 35 fen eğitimcisi ve fen öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Ölçeğin kapsam geçerliği yüksek bulunmuştur. Taslak halinde toplamda 48 soru varken son hali 7 sorudan oluşmaktadır. Hu ve Adey (2002) ölçeği 7., 8. ve 10.sınıf öğrencilerine uygulamış ve ölçeğin güvenirlik katsayısını 0,89 olarak bulmuştur. Yapı geçerliğinin sağlanması amacıyla faktör analizi yapılmış testin bir yapıyı ölçtüğü belirlenmiştir. Aktamış (2007) ölçeği 7. sınıfta öğrenim görmekte olan 79 öğrenciye uygulamıştır. Ölçeğin güvenirliğini belirlemek için ölçek maddelerine öğrencilerin verdiği cevaplar iki bilim uzmanı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Pearson (product-moment korelasyon) ilişki ortalama katsayısı 0,94 bulunmuştur. Ayrıca görünüş geçerliliğini belirlemek için 15 bilim uzmanı ve Fen Bilgisi öğretmeninden görüş alınmıştır. Kadayıfçı (2008) ölçeğin testin güvenirlik katsayısını 0,73 olarak bulmuştur. Son olarak, Deniz Çeliker (2012) ölçeği 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim görmekte olan 389 öğrenciye uygulamıştır. Ölçeğin ölçüm güvenirliği iç tutarlılığı için madde-toplam korelasyonu, Cronbach alfa katsayısı ve t testi kullanarak üst %27 ile alt %27 gruplarının puanları arasındaki farkın anlamlılığı incelenmiştir. Gruplar arası anlamlı fark bulunmuştur. Bu çalışmada Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği'nin Cranbach alfa güvenirlik katsayısı 0,69 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, bilimsel yaratıcılık ölçeği geçerli ve güvenilir bir ölçektir sonucuna varılmıştır.

"Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği" açık uçlu yedi sorudan oluşmaktadır ve Bilimsel Yaratıcılık Yapı Modeli'nin ana boyutları olan sürecin (hayal etme, düşünme), özelliğin (akıcılık, esneklik, orijinallik) ve ürününün (teknik ürün, fen bilgisi, fen olgusu, fen problemi) tüm alt boyutlarını ölçmektedir. 1. soru alışılmadık kullanımlar, 2. soru problemi keşfetme, 3. soru ürün geliştirme, 4. soru bilimsel imgelem, 5. soru problem çözümü, 6. soru fen deneyi ve 7. soru ürün tasarımı ile ilgilidir. Sorulara verilen cevaplar akıcılık, özgünlük ve orijinallikleri açısından değerlendirilerek puanlanmaktadır. Ölçek soruları Ek 2'de ve ölçek puanlaması Ek 3'te verilmiştir. Örnek soru ve cevabı ise aşağıda verilmiştir.

Soru 1. Değişik (alışılmadık) Kullanımlar

Bir parça camın mümkün olan bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız.

Örneğin, bir test tüpü yapılabilir.

Puanlama: Her bir cevaba 1 puan (akıcılık)

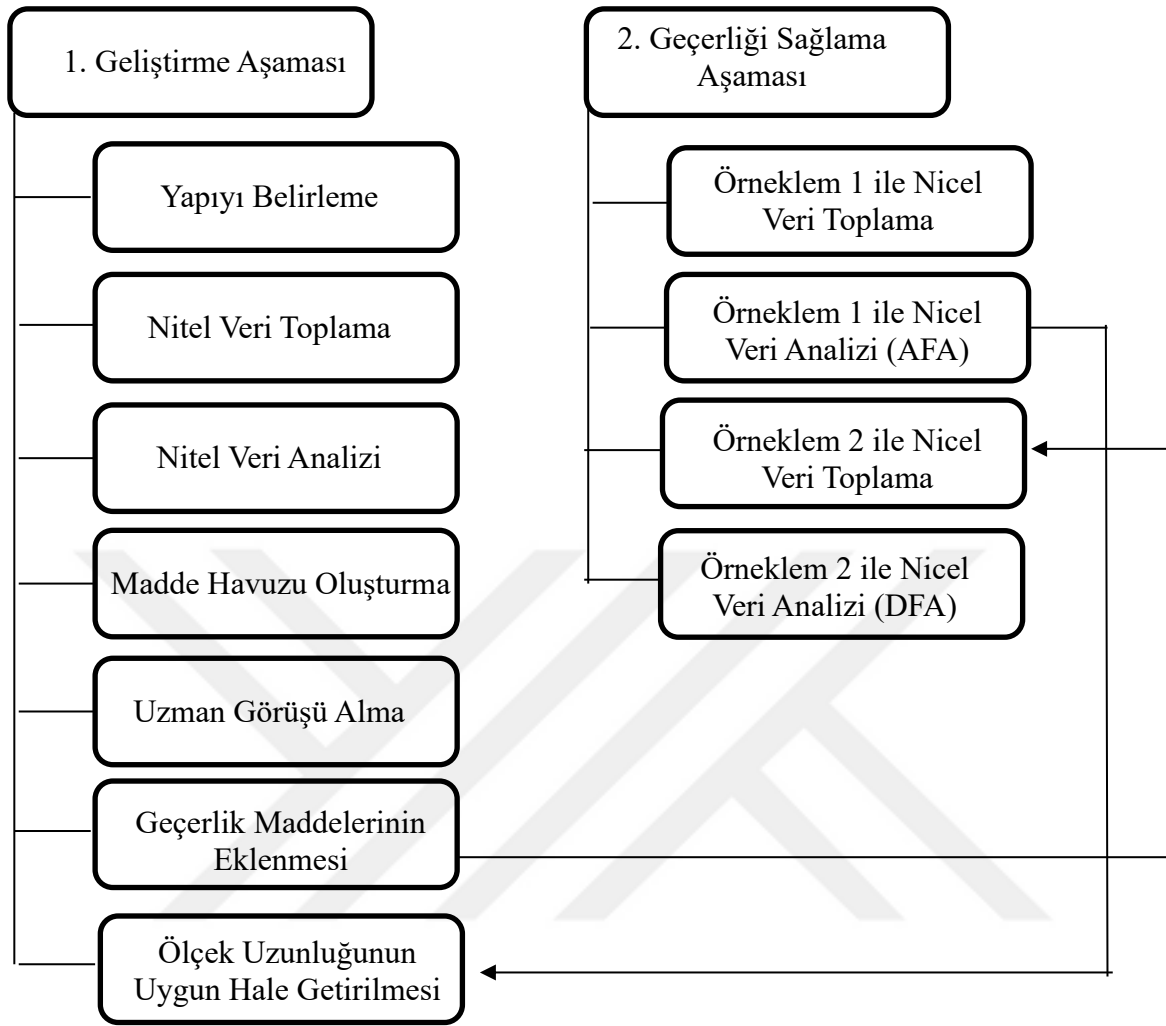
Her bir değişik uygulama için + 1 puan (esneklik)

%5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için +2 puan (%5-%10 arası için +1

Puan) (özgünlük)

**3.3.1.2. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik
İnanç Ölçeği (Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ)**

Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB ÖYİ'lerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda DeVellis (2003) tarafından önerilen ölçek geliştirme ilkeleri takip edilerek Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ geliştirilmiştir. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öncesinde ve sonrasında uygulanmıştır. Creswell ve Plano Clark'a (2006) göre ölçek geliştirme geliştirme ve geçerliğini sağlama aşamalarından oluşmaktadır. Ölçeği geliştirme aşamasında görüşme yapma ve uzman görüşü alma gibi nitel yöntemler kullanılmıştır. Geçerliği sağlama aşamasında ise açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi gibi nicel yöntemler kullanılmıştır. Bu aşamalar Şekil 3.2'de gösterilmektedir. Ölçeğin Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.99 olarak bulunmuştur.



Şekil 3.2. Eğitsel Robotik TPAB öz-yeterlik inanç ölçeğinin geliştirme ve geçerliği sağlama aşamaları

3.3.1.2.1. Ölçülmesi Hedeflenen Kavramın Yapısının Belirlenmesi

DeVellis (2003)'e göre ölçek geliştirme çalışmalarının ilk aşamasında, ölçülmesi hedeflenen kavramın yapısının belirlenmesi gerekmektedir. Ölçülmek istenen kavramın bu kavramla ilişkili kuramlara dayandırılması önemli bir yere sahiptir. Bu kapsamda, eğitsel robotik, TPAB ve öz-yeterlik kavramlarının kuramsal çerçevesi incelenmiştir. Bu araştırmada FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını Bandura'nın (1977) sosyo-bilişsel öğrenme teorisi ve öz-yeterlik çerçevesine ve dönüşümcü TPAB modeline dayanarak belirlemeyi amaçlamaktadır. Angeli ve Valanides (2008) TPAB için dönüşümcü modeli benimsemektedir. Dönüşümcü modele göre, TPAB bileşenlerinin dinamik etkileşimi ile oluşturulmuştur. Niess (2005) geliştirdiği TPAB modeli için Grossman'ın (1990) pedagojik

alan bilgisi modelinin dört boyutunu dönüştürücü bir bakış açısıyla yeniden yorumlamıştır. Bu dört boyut şu şekildedir: Fenin/matematığın teknolojiyle öğretimi üzerine genel bir anlayış, teknoloji ile öğretim için öğretim stratejileri ve gösterimleri bilgisi, öğrencilerin teknoloji ile anlama, düşünme ve öğrenmeleri bilgisi, teknolojiyi konuların öğretimine entegre eden öğretim programı ve öğretim programı materyalleri bilgisi. Magnusson, Krajcik, ve Borko (1999) Grossman'ın (1990) PAB modelinin dört boyutuna ölçme ve değerlendirme bilgisi boyutunu eklemişlerdir. Bu çalışmada da Magnusson vd.'lerinin (1999) PAB modelinin ölçme ve değerlendirme bilgisi boyutu Niess'in (2005) tanımladığı dört boyuta dahil edilmiştir. Angeli, Valanides ve Chrisdoulou (2016, s. 25) bazı TPAB bileşenlerinin alana özgü bazılarının ise genel olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada dönüştürücü model benimsenerek TPAB'ın alana özgü olduğu kabul edilerek FBÖA'ların eğitsel robotiğe özgü TPAB öz-yeterlik inançlarını ölçme amaçlı bir ölçek geliştirilmiştir.

3.3.1.2.2. Madde Havuzunun Oluşturulması

Ölçülmek istenen kavramların yapısı belirlendikten sonra bu kavramlarla ilişkili alanyazın taranarak ve uzmanlarla yapılan görüşmelerden yararlanılarak madde havuzu oluşturulmuştur. DeVellis (2003) yazılan her maddenin içeriğinin yapıyı yansıtması gerektiğini söylemektedir. TPAB alanyazını taranmış ve dönüştürücü TPAB modeli benimsenerek ER-TPAB modeli (Yanış ve Yürük, 2020) alt boyutlarına göre maddeler yazılmıştır. Bu alt boyutlar ve alt boyutlara ilişkin madde örneği Tablo 3.6'da verilmiştir. Ayrıca, madde havuzunun ne kadar büyükse o kadar iyi olduğunu savunmaktadır. Bu çalışmada 58 maddelik madde havuzu oluşturulmuştur.

Tablo 3.6

ER-TPAB Modeli Alt Boyutları ve Örnek Maddeler

Alt Boyut	Örnek Madde
1. <i>Öğrenen Özellikleri Bilgisi:</i> Öğretmen adaylarının öğrencilerin ön bilgileri, öğrenme güçlükleri, kavram yanlışları, motivasyonları, ilgi alanları ve gelişimsel farklılıkları hakkındaki bilgisi; öğretmen adaylarının öğrencilerin eğitsel robotik araçlarının çalışma prensiplerine ilişkin ön bilgileri ve becerileri hakkındaki bilgisi	Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularına yönelik ön bilgilerini dikkate alabilirim.
2. <i>Öğretim Programı Bilgisi:</i> Öğretmen adaylarının fen öğretim programı vizyonları, hedefleri, amaçları, hedefleri ve teorik temelleri hakkındaki bilgisi	Fen konularıyla ilgili robotik proje ürünü tasarlama sürecini planlarken, farklı disiplinlerin kazanımlarını dikkate alabilirim.
3. <i>Öğretim Strateji Yöntem ve Teknik Bilgisi:</i> Eğitsel robotik destekli öğretim, strateji, yöntem ve teknik bilgisini içeren bir bilgi türü, etkinlik tasarlama, sınıf yönetimini sağlama, fen konularını farklı disiplinlerdeki bilgilerle ilişkilendirme, diğer disiplinlerdeki öğretmenlerle iş birliği yapma, fene yönelik olumlu tutum geliştirme, öğrenmeye yönelik motivasyonu artırma, öğrencilerin robotik proje ürünü oluşturmalarının her aşamasında onlara rehberlik etme ve okulun fiziksel imkanları ile ilgili bilgi türü	Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen, mühendislik, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimi anlamalarını sağlayacak etkinlikler planlayabilirim.
4. <i>Ölçme ve Değerlendirme Bilgisi:</i> Öğrencilerin öğrenmelerinin ve ortaya koydukları robotik proje ürünlerinin ölçülüp değerlendirilmesi ile ilgili bilgi türü	Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularını öğrenme düzeylerini tespit etmek için ölçme araçları hazırlayabilirim.

3.3.1.2.3. Maddelerin Yanıtlanma Biçiminin Belirlenmesi

Thorndike (2005) belirli bir aralıktaki seçenek sayısı arttıkça ölçeğin daha güvenilir olacağını belirtmiştir. Bu nedenle, daha önceki araştırmaların önerilerine dayalı olarak güvenilirliği artırmak için 7’li likert ölçeği kullanılmıştır (Chai, Koh, Tsai ve Tan, 2011; Koh, Chai ve Tsai, 2010; Thorndike, 2005). Ölçeğin her maddesi aşağıdaki likert formatına sahiptir: (1) yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum, (4) yapabileceğime kısmen inanıyorum ve (7) yapabileceğime kesinlikle inanıyorum.

3.3.1.2.4. Geçerlik Maddelerinin Eklenmesi

Ölçeğin geçerliliğini belirlemek için, yapılarla ilgili ekstra maddeler eklemek önemlidir. Katılımcıların maddeleri doğru okuyup cevapladıklarını ölçmek için her alt boyut için bir kontrol maddesi kullanılmıştır. Ölçekte yer alan kontrol maddeleri ile gerçek maddeler arasındaki korelasyon hesaplanmıştır.

3.3.1.2.5. Uzman Görüşünün Alınması

Taslak olarak oluşturulan ölçek iki Fen Bilgisi Eğitimi, bir Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri, iki Ölçme ve Değerlendirme, bir Türk Dili ve Edebiyatı uzmanlarının görüşlerine sunulmuştur. Uzmanlar her maddenin netliğini ve yapıya uygunluğu hakkında görüşlerini belirtmeleri 5’li likert tipi ölçek (1: Kesinlikle uygun değil, 5: Kesinlikle uygun) ile istenmiştir. Ayrıca, her bir maddenin altında uzmanların görüşlerini yazabileceği ve maddeler ile ilgili düzeltmelerini yapabileceği bir alan bırakılmıştır. Uzmanların dönütleri göz önünde bulundurularak gerekli değişimler yapılmıştır ve ölçek uygulanmaya hazır hale getirilmiştir.

3.3.1.2.6. Ölçek Uzunluğunun Uygun Hale Getirilmesi

Ölçeğin optimal uzunluğunu belirlemek için faktör analizi ve güvenirlik katsayı analizi sonuçları kullanılmıştır (DeVellis, 2003).

3.3.1.2.7. Maddelerin Uygulanması

Alanyazında ölçeğin uygulanması için gerekli örneklem sayısının 50’den (Barrett ve Kline, 1981) 400’e (Aleamoni, 1976) kadar olabileceği belirtilmiştir. Sapnas ve Zeller (2002), temel bileşenler analizi için ve sosyal yapıların ölçümlerinin psikometrik özelliklerini değerlendirmek için 50 ile 100 arasında bir örneklem büyüklüğünün yeterli olduğunu öne sürmüştür. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ okunabilirliği için çalışma kapsamı dışındaki iki öğretmen adayına uygulanmıştır. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ’nün son hali açımlayıcı faktör analizi (AFA) için 133 fen bilgisi öğretmenliği anabilim dalının 3. ve 4. sınıfında öğrenim gören, ayrıca daha önceden en az bir eğitsel robotik (Lego Ev3, Arduino, Vex vb.) ile ilgili bilgi sahibi olan, 6 farklı devlet üniversitesindeki öğretmen adaylarına uygulanmıştır. AFA sonucunda 33 maddelik Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ oluşturulmuştur (bkz. Ek 4). Daha sonra bu ölçek doğrulayıcı faktör analizi (DFA) için 133 FBÖA’ya uygulanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmadaki katılımcı sayısı anketi doğrulamak için yeterlidir.

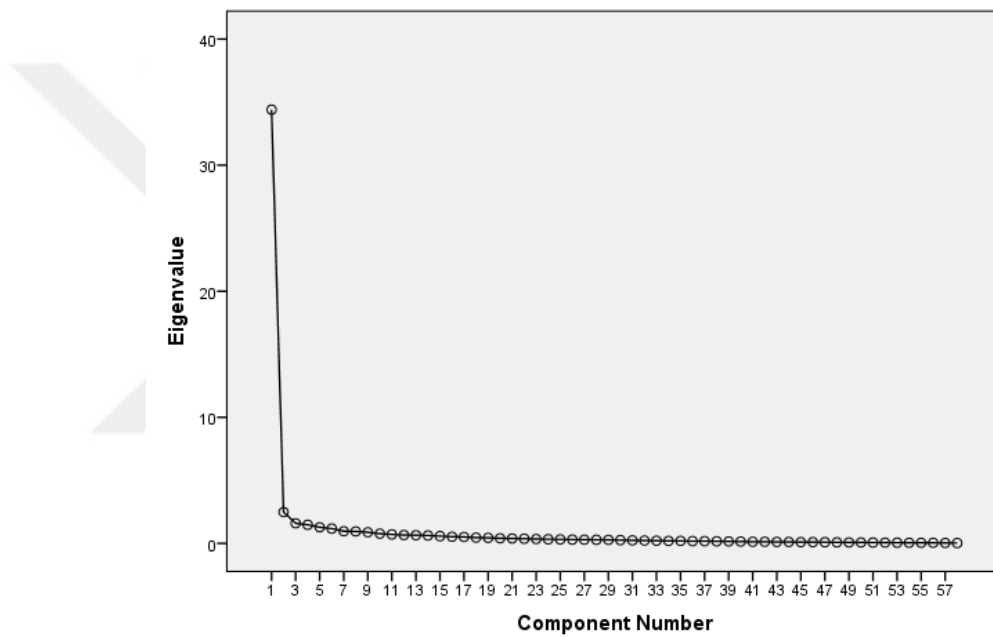
3.3.1.2.8. Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeğinin Açımlayıcı Faktör Analizi Bulguları

Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ'nün yapı geçerliğini sağlamak için AFA yapılmıştır. 58 maddelik ölçek 133 FBÖA'ya uygulanmıştır. Elde edilen veri SPSS 23 kullanılarak temel bileşenler analizine tabi tutulmuştur. Temel bileşenler analizi yapılmadan önce verilerin faktör analizine uygunluğunu belirlemek için KaiserMeyer-Olkin (KMO) ve Bartlett testi sonuçlarına bakılmıştır. Örneklem yeterliğini belirlemek için KMO, faktör analizinin uygunluğunu belirlemek için ise Bartlett testi ile örneklemelerin dağılımları incelenmiştir. KMO değeri .95'tir ve tavsiye edilen değeri .6'yı geçmiştir (Kaiser, 1970, 1974). Field'e (2005) göre KMO değeri .9'dan yüksek ise mükemmel olarak yorumlanmaktadır. KMO değeri .9'dan yüksektir, bu nedenle örneklem boyutu kabul edilebilir sonucuna ulaşılmıştır. Bartlett'in Küresellik Testi (Bartlett, 1954), korelasyon matrisinin faktörlenebilirliğini destekleyen istatistiksel anlamlılığa ulaşmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2007). KMO ve Bartlett değerleri verilerin faktör analizine uygun olduğunu göstermiştir. 1. Örneklem ve 2. örneklem dağılımı için Kolmogorov-Smirnov testi sonucu .2'dir ($p > .05$). Dolayısıyla, örneklem EFA ve DFA yapmak için normal dağılıma sahiptir (Pallant, 2007). 86. ve 94. öğretmen adayları 2. Örneklem için aykırı değerlere sahip olduğu için analizden çıkarılmıştır. Ölçekteki kalacak maddeleri belirlemek için temel bileşenler analizi ve oblimin döndürme tekniği kullanılmıştır. Temel bileşenler analizi sonucunda, özdeğeri birin üzerinde olan altı bileşen ortaya çıkmıştır ve varyansın sırasıyla %59,3, %4,3, %2,8, %2,5, %2,2 ve %2,3'ünü açıklamaktadır. Saçılım grafiği incelendiğinde, ilk bileşenden sonra net bir kırılma görülmektedir. Cattell'in (1966) saçılım grafiği kullanılarak, araştırmacılar bir bileşenli yapıya karar vermiştir. Korelasyon matrisine bakıldığında faktör yükleri Stevens (2002) tarafından önerilen .6 değerinin üzerinde çıkmıştır. Faktörlerin varyans yüzdeleri, kümülatif varyans yüzdeleri, altı faktörün özdeğerleri Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Saçılım grafiği ise Şekil 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.7

Temel Bileşenler Analizi Bulguları

Faktör	Özdeğer	Varyans %	Kümülatif Varyans %
1	34.401	59.312	59.312
2	2.482	4.279	63.591
3	1.596	2.751	66.342
4	1.477	2.547	68.889
5	1.282	2.210	71.099
6	1.175	2.027	73.126



Şekil 3.3. Yamaç grafiği

Tablo 3.7’ye göre özdeğeri 1’den büyük altı faktör bulunmaktadır. Buna göre ölçek altı faktörlü görünmektedir. Fakat yamaç grafiğine bakıldığında 1’den sonra kırılma görülmektedir. Bununla birlikte birinci özdeğer, ikinci özdeğerin yaklaşık 14 katıdır ve baskındır (Hambleton ve Traub, 1973). Bu sonuç ölçeğin tek boyutlu olduğunu göstermiştir. Maddelerin içeriği dikkatlice incelendikten sonra çok genel veya özel olan maddeler faktör yükleri dikkate alınarak silinmiştir. Buna göre yirmi beş madde silinmiştir ve içerik kaybını önlemek için silinen öğeler fen eğitimi alanından bir uzman tarafından incelenmiştir. Örneğin, “Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde etik ilkeleri takip edebilirim” maddesi etik konu ile ilgili maddeler olduğu için silinmiştir (bkz. Ek 4 18. ve 19. madde). Ek olarak, uzman bir maddeyi çok genel bulmuştur. Bu madde “Fen konularının

öğretiminde öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerine yardımcı olmak için ER kullanabilirim” şeklindedir. EFA sonucunda 33 maddelik Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ oluşturulmuştur (bkz. Ek 4). Birinci faktör varyansın toplam %65,93’ünü açıklamıştır ve Scherer, Luther, Wiebe ve Adams’a (1988) göre tek faktör yeterlidir. Kline’a (1994) göre kabul edilebilir değer %41’in üzerindedir. Faktöre ait varyans yüzdesi, kümülatif varyans yüzdesi ve özdeğer Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.8

Temel Bileşenler Analizi Bulguları

Faktör	Özdeğer	Varyans %	Kümülatif Varyans %
1	21,756	65,926	65,926

3.3.1.2.9 . Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnanç Ölçeğinin Doğrulamalı Faktör Analizi Bulguları

AFA'dan elde edilen faktör yapısına ilişkin modelin uygunluğunu test etmek için DFA kullanılmıştır. Kline’a (2005) göre en az ki-kare, RMSEA, CFI ve SRMR indekslerinin rapor edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, χ^2 / df (Chi-Square / Degrees of Freedom), CFI (Comparative Fit Index), NNFI (Non-Normed Fit Index), RMR (Root Mean Square Residual), SRMR (Standardized RMR), RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation) indeksleri verilmiştir. DFA'nın sonuçları Tablo 3.9’da ve path diyagramı Şekil 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.9

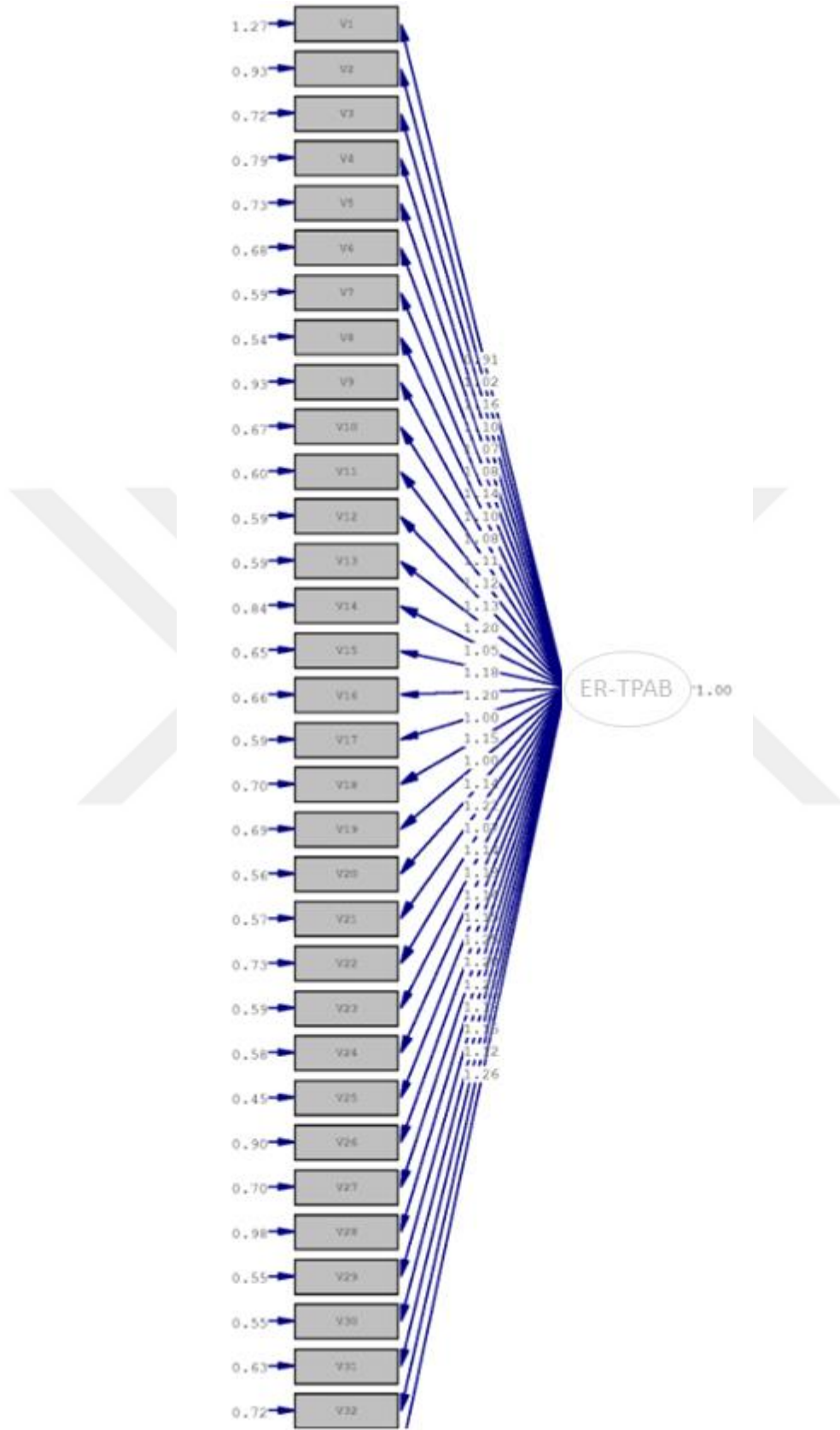
Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ Ölçeği Uyum İndeksleri ve Kabul Edilebilir Uyum İndeksleri

Uyum İndeksleri	İyi Uyum İndeks Değerleri	Kabul Edilebilir Uyum İndeks Değerleri	ER TPAB ÖYİ Ölçeği Uyum İndeks Değerleri
χ^2/df	.00< χ^2/df <3.00	3.00< χ^2/df <5.00	2.02
CFI	.95< CFI<1.00	.90< CFI<.95	.98
NNFI(TLI)	.95< NNFI<1.00	.90< NNFI<.95	.90
NFI	.95< NFI<1.00	.90< NFI<.95	.97
SRMR	.00< SRMR<.05	.05< SRMR<.10	.04
RMSEA	.00< RMSEA<.05	.05< RMSEA<.10	.08

Tablo 3.9 incelendiğinde ER TPAB ÖYÖ için uyum indeksleri $\chi^2/df= 2.02$ ($p<0.001$), CFI=0.98, NFI=0.97, NNFI=0.98, RMR=0.08, RMSEA=0.08 olarak rapor edilmiştir. İyi uyum indeks değerleri incelendiğinde, 3’ün altındaki χ^2/df değeri mükemmel bir modeli

göstermektedir ve (Kline, 2005), CFI ve NNFI değerleri 0.90'ın üzerinde (Tabachnick ve Fidell, 2001), RMR değerleri 0.08'in altında (Brown, 2006) ve 0.08'in altındaki RMSEA değerleri model için iyi bir uyum göstermektedir (Jöreskog ve Sörbom, 2004). Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ uyum indeks değerleri mükemmel veya kabul edilebilir uyum değerlerine sahiptir.





Şekil 3.4. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ Path diyagramı

3.3.1.2.10. CFA ve DFA Örneklemi için Güvenirlik Analizi

Ölçek maddelerinin iç tutarlılığını test etmek için Cronbach alfa katsayısı hesaplanmıştır. 33 maddeye ilişkin Cronbach alfa katsayısı 1. ve 2. örneklem için .98 olarak hesaplanmıştır. Cronbach alfa katsayı değeri 1.00'e yakın olduğunda çok iyi olduğu kabul edilmektedir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Bu nedenle, iç tutarlılık çok iyi olarak yorumlanabilir. Sonuç olarak, 33 maddelik Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını ölçmek için geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnanç Ölçeği Ek 4'te verilmiştir

3.3.1.3. Bilgisayarca Düşünme Ölçeği

Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerini ölçmek için Korkmaz, Çakır ve Özden'in (2017) "Bilgisayarca Düşünme Ölçeği (BDÖ)" ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önce ve sonra uygulanmıştır. Korkmaz, Çakır ve Özden (2017) bilgisayarca düşünme ölçeğini ISTE'nin (2015) bilgi işlemsel düşünme tanımına göre oluşturmuşlardır. ISTE (2015) bilgi işlemsel düşünmeyi yaratıcılık, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikçi düşünme ve iletişim becerilerinin ortak yansıması olarak tanımlar. Araştırmacılar ölçeği üniversite öğrencileriyle uygulamıştır ve ölçek 5 faktör 29 maddeden oluşmaktadır (bkz Ek 5). BDÖ'nün uyum indeks değerleri kabul edilebilir bir uyum göstermiştir. Ölçeğe ve faktörlere ait madde sayısı ve Cronbach alfa değerleri Tablo 3.10'da sunulmuştur. Bu çalışmada bulunan Cronbach alfa değerleri ise Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.10

Bilgisayarca Düşünme Ölçeğinin Faktörlerine Ait Madde Sayıları ve Cronbach Alfa Değerleri

Faktörler	Madde Sayıları	Cronbach Alfa Değeri
Yaratıcılık	8	,843
Algoritmik Düşünme	6	,869
İşbirlikçi Düşünme	4	,865
Eleştirel Düşünme	5	,784
Problem Çözme	6	,727
Toplam	29	,822

Tablo 3.11

Mevcut Çalışmadaki Bilgisayarca Düşünme Ölçeğine Ait Cronbach Alfa Değerleri

Faktörler	Cronbach Alfa Değeri
Yaratıcılık	,761
Algoritmik Düşünme	,941
İşbirlikçi Düşünme	,934
Eleştirel Düşünme	,851
Problem Çözme	,724
Toplam	,941

Korkmaz, Çakır ve Özden'in (2017) geliştirdiği ölçeğin öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerini ölçebilecek geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu sonucuna varılmıştır.

3.3.1.1. Arduino Bilgi Testi

Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde FBÖA'ların Arduino bilgisini ölçmek amacıyla Arduino bilgi testi geliştirilmiştir. FBÖA'ların proje yapma sürecini ve eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını Arduino bilgileri etkileyebileceği için bulgular kısmında projeler ve eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları karşılaştırılırken Arduino bilgi testi puanları göz önünde bulundurulmuştur. Arduino bilgi testini hazırlamak için araştırmacı tarafından belirtke tablosu oluşturulmuştur. Bu belirtke tablosuna göre sorular oluşturulmuştur. Arduino bilgi testinin nihai formu ile belirtke tablosu Fizik Eğitimi anabilim Dalı'nda görev yapan ve Arduino Uno R3 ile çalışmış uzmana gönderilerek görüşleri istenmiştir. Uzman tarafından soruların belirtke tablosundaki içerikleri içerdiği ve uygun olduğu belirtilmiştir. Arduino bilgi testine ait belirtke tablosu Tablo 3.12'de verilmiştir. Arduino bilgi testi ise Ek 6'da verilmiştir.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmacı çeşitli veri toplama araçları kullanarak kullandığı araçların zayıf yönlerini en aza indireyebilir. Bu amaçla çalışmanın nitel araştırma bölümünde veri çeşitlemesi yapılacaktır. Veri çeşitlemesi de araştırmanın geçerliğini artırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada nitel veri toplama araçları olarak grup görüşmesi, ERTTAB entegrasyonu formu, yansıtıcı günlükler ve ders planı kullanılmıştır. Araştırmanın nitel verileri 2017-2018 eğitim öğretim yılı güz döneminde ÖÖY-II dersi kapsamında öğretmen adaylarına verilen ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde toplanmıştır.

Tablo 3.12

Arduino Bilgi Testine Ait Belirtke Tablosu ve Sorular

Arduino bilgi testi içeriği	Soru
Arduino bileşenlerini tanıyabilme	1
Devre elemanlarını tanıyabilme	2, 3
Arduinoyu bilgisayara bağlama bilgisi	7
Arduino'yu bilgisayara bağlamadan çalıştırma bilgisi	8
Dijital ve analog veri ayrımını yapabilme	9
PWM pinlerinin işlevini tanımlayabilme	1, 10
PWM pinlerini kullanmayı bilme	12
Fritzing devre çizimi yapabilme	12, 13, 14
Kodlama yapabilme	12, 13
Mblock menülerini tanıyabilme	4
Algoritma yazabilme	12, 13
Arduino ile ilgili güvenlik önlemlerini bilme	11
Dijital devre elemanını kullanmayı bilme	13
Dijital devre elemanı ile ilgili algoritma yazabilme	13
Dijital devre elemanı ile ilgili devre çizebilme	13
Dijital devre elemanı ile ilgili kodlama yapabilme	13
Röle bağlantısını yapmayı bilme	14
Analog devre elemanını kullanmayı bilme	13
Analog devre elemanı ile ilgili algoritma yazabilme	13
Analog devre elemanı ile ilgili devre çizebilme	13
Analog devre elemanı ile ilgili kodlama yapabilme	13
Hata ayıklayabilme	6
Kodlamaya uygun görev yazabilme	5

3.3.2.1. Grup Görüşmesi

Patton (2002) duyguları, düşünceleri, niyetleri, geçmişte yaşanmış davranışları ve insanların dünyaya yükledikleri anlamları gözlemleyemeyeceğimizi ve dolayısıyla görüşmenin gözlem yapılamadığı durumlar için kullanıldığını belirtmiştir. Görüşmenin amacı görüşme yapılan katılımcının bakış açısını öğrenmektir (ss. 340-341). Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Eğitimin FBÖA'ların becerilerine olan etkisi ile ilgili bulguları desteklemek için FBÖA'ların bu becerileri ile ilgili görüşleri de alınmak istenmiştir. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi hakkındaki düşüncelerini belirlemek amacıyla her bir grupta grup görüşmesi yapılmıştır. Grup görüşmeleri eğitim tamamladıktan ve son testler uygulandıktan sonra yapılmıştır. Grup görüşmeleri 45-60 dk sürmüştür ve görüşmelerinin ses kaydı alınmıştır. Grup görüşmelerinin içinde FBÖA'ların beceri gelişimleri hakkındaki görüşlerini ortaya çıkaracak sorular bulunmaktadır. FBÖA'lara "Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile yapılan etkinliklerin hangi konularda size katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?" sorusu sorulmuştur. Ardından mesleki gelişim açısından nasıl katkısı

oldu, kişisel gelişim olarak nasıl katkısı oldu ve bilgi, beceri ve tutum açısından nasıl katkısı oldu şeklinde sonda soruları sorulmuştur. Grup görüşmesinde ayrıca “Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yapılan etkinlikler ne tür düşünme becerilerini geliştirmektedir?” sorusu ile Kendinizi "yaratıcılık becerisi", “eleştirel düşünme becerisi”, “grup çalışması”, “problem çözme becerisi” ve “algoritmik düşünme” açısından yeterli buluyor musunuz sonda soruları sorulmuştur. FBÖA’ların bu sorularla elde edilen görüşleri nicel veri toplama araçlarından elde edilen bulguları desteklemek amacı ile sorulmuştur.

Grup görüşmesi için, araştırmacıya görüşmenin gidişatını kendi elinde tutma fırsatı verdiği için (Merriam, 2009) yarı yapılandırılmış görüşme formu (Ek 7) hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları için Fen Bilgisi Eğitimi’nde uzman bir araştırmacıdan görüş alınmıştır. Bu çalışmada grup görüşmelerinin amacı hem FBÖA’lardan derinlemesine bilgi toplamak hem de veri çeşitliliği sağlanarak araştırmanın geçerliğini arttırmaktır. Grup görüşmesinden elde edilen veriler yansıtıcı günlüklerden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen verileri çeşitlemek için kullanılmıştır.

3.3.2.2. Eğitsel Robotik-Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonu Formu

FBÖA’ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini aldıktan sonra eğitsel robotik TPAB entegrasyonun nasıl yapılacağı ile ilgili görüşlerini almak için araştırmacı tarafından eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu oluşturulmuştur. Eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu ER-TPAB modeli alt boyutları düşünülerek hazırlanmıştır ve Ek 8’de sunulmuştur. Eğitsel robotik teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu soruları için Fen Bilgisi Eğitimi’nde uzman bir araştırmacıdan görüş alınmıştır. Anlaşılmayan soruların olup olmadığını belirlemek için çalışma kapsamında olmayan bir öğretmen adayından görüş alınmıştır. Eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu eğitimin sonunda ve son testler uygulandıktan sonra verilmiştir.

3.3.2.3. Doküman İncelemesi

Doküman incelemesi, araştırılması istenen konu hakkında bilgi veren yazılı veya görsel materyallerdir (Balcı, 2006, s. 180). Yazılı dokümanlar kitap, dergi, günlük, fotoğraf veya video olabilir. Hangi dokümanların veri toplama aracı olarak seçilmesi ve önemli olması araştırma sorularına bağlıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu çalışmada doküman olarak

ders planları, robotik proje ürün değerlendirme formları ve yansıtıcı günlükleri incelenmiştir. FBÖA’lar günlüklerini bireysel olarak yazmışlardır. Ders planlarını ve projelerini ise grup olarak hazırlamışlardır. Bu çalışmada dokümanlar ile elde edilen veriler diğer nitel verilerini desteklemek amacıyla toplanmıştır.

3.4.2.2.1. Yansıtıcı Günlükler

Araştırmalarda öğretmen adaylarının uygulamalarını hem kendilerinin hem de araştırmacılar tarafından nasıl deneyim edildiği hakkında anlam çıkarmaları bakımından yansıtıcı günlükler kullanılmaktadır (Ekiz, 2006). Bu araştırmada FBÖA’lardan hem araştırmanın uygulanma sürecinde hem de kendilerinin proje hazırlama ve ders planı hazırlama sürecinde günlükler tutmaları istenmiştir. FBÖA’lar her ders sonrasında Edmodo sanal platformu üzerinden yansıtıcı günlüklerini araştırmacıya göndermiştir. FBÖA’lardan hem bireysel ve derinlemesine veri toplamak için hem de veri çeşitlemesini sağlamak için yansıtıcı günlükler yazmaları istenmiştir. FBÖA’lar eğitimin başlarında yansıtıcı günlük yazmada sıkıntı yaşadıkları için araştırmacı yansıtıcı günlükleri sorular sorarak yapılandırmıştır. Örnek olarak araştırmacı proje tasarlama sürecinde FBÖA’lara yansıtıcı günlüklerinde “projenizi tasarlarken hangi kısımlarda zorlandınız” gibi sorular sormuştur. FBÖA’lardan eğitimin 1.haftasından başlayarak son haftasına kadar her ders sonunda yansıtıcı günlük yazmaları istenmiştir.

3.4.2.2.2. Eğitsel Robotik Proje Ürünü Değerlendirme Rubriği

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde “Akıllı Sera Tasarımı” ve “Akıllı Şehir Tasarımı” projelerinde ürünler üretmişlerdir. FBÖA’lara projeler yaptırılmasının nedeni onların yaratıcılık becerilerini kullanarak ürünler ortaya koymasını sağlamaktır. Ayrıca, FBÖA’ların BY testinden elde edilen bulgular ile proje ürünlerinden elde edilen bulguları karşılaştırmak amaçlanmıştır. FBÖA’ların proje ürünleri yaratıcılık bakımından eğitsel robotik proje ürünü değerlendirme rubriğine (bkz Ek 9) göre değerlendirilmiştir. Bu analitik rubrik Hu ve Adey’in (2002) Bilimsel Yaratıcılık Yapı Modeli’ne göre hazırlanmıştır. Proje ürünlerinin tasarımı akıcılık, esneklik ve özgünlük kriterlerine göre, ürün geliştirme ise üründe bulunan her bir fonksiyon (detaylandırma) ve özgünlük kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Proje tasarımında üretilen çözüm sayısı akıcılığını, çözümlerin farklılığı esnekliğini, diğer gruplardan farklı üretilen çözümler ise

özgünlüğü temsil etmektedir. Proje ürün geliştirme kısmında ise ürünün her bir parçası ve görevi detaylandırmayı, araştırmacının özgünlük bakımından ürünü bütünsel olarak değerlendirmesi özgünlüğünü temsil etmektedir.

3.4.2.2.3. Ders Planı

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 hakkında detaylı bilgiye sahip olmuşlardır. Ayrıca, süreçte FBÖA'lara hem STEM entegrasyonu, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreçleri hakkında bilgi verilmiştir hem de STEM entegrasyonunu, proje tabanlı çalışmayı, mühendislik tasarım sürecini ve proje ürünü oluşturmaya deneyimlemişlerdir. Ek olarak, FBÖA'lara ilk olarak akıllı sera tasarımı projesi yaptırılmıştır. Araştırmacı akıllı sera tasarımı projesi ile ilgili ders planı hazırlayıp FBÖA'lara örnek olarak göstermiştir. FBÖA'lara daha sonra akıllı şehir tasarımı projesi yaptırılmıştır. Ayrıca, FBÖA'ların bu proje ile ilgili grupça ders planı hazırlamaları istenmiştir. FBÖA'lar eğitimin sonunda akıllı şehir tasarımı projesini tasarlayıp sunduktan sonra ders planlarını hazırlamaları için bir hafta süre verilmiştir. Araştırmacı FBÖA'ların kullanacakları ders planı şablonunu ER-TPAB modeline göre yapılandırmıştır ve proje tabanlı öğrenme süreci, mühendislik tasarım süreci göz önünde bulundurulmuştur. FBÖA'lardan ders planı hazırlamalarının istenmesi sebebi eğitim sürecinde öğrendikleri bilgi ve beceriyi kullanabilmelerini gözlemlemek ve ders planlarında Arduino Uno R3'ü derslerine nasıl entegre edeceklerini, STEM ve TPAB entegrasyonunu nasıl yapacaklarını ortaya çıkarmaktır. FBÖA'ların ders planları Ek 10'da sunulan Eğitsel Robotik TPAB ve STEM temelli ders planı değerlendirme rubriği ile değerlendirilmiştir. Bu rubrikten elde edilen veriler Arduino bilgi testinden ve eğitsel robotik TPAB ÖYİÖ'den elde edilen veriler ile karşılaştırmak için kullanılmıştır.

3.4.2.2.4. Alan Notları

Bu çalışmada araştırmacı aynı zamanda eğitimi uygulayan kişidir. Araştırmacı her dersten sonra yapılan etkinlikler hakkında, FBÖA'ların düşünceleri, hal ve tavırları, beklenmedik olaylar, yaşanan zorluklar gibi konularda notlar tutmuştur. Bu notları daha sonra bir veriyi yorumlamak veya anlaşılmayan bir durum olduğunda bakmak amacıyla tutmuştur. Alan notları sürecin geliştirilmesinde faydalı olabilmektedir. Bu amaçla çalışma sonunda öneriler vermede yardımcı olmaktadır. Ayrıca, alan notları diğer nitel verileri desteklemek amacıyla

tutulmuştur. Araştırmacının alan notları bulgular kısmında FBÖA'ların grup çalışmalarını yorumlamada kullanılmıştır.

3.3.2.4. Gözlem Formları

Leonard (1982) deneysel çalışmalarda bağımlı değişken üzerindeki etkinin bağımsız değişkenden kaynaklandığını söyleyebilmek için uygulama doğrulaması (treatment verification) yapılması gerektiğinden bahsetmiştir. Uygulama doğrulaması yapmak için uygulamanın amaçlandığı gibi yapıldığının gösterilmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu çalışmada her bir ders için yarı yapılandırılmış gözlem formu oluşturulmuştur. Gözlem formu oluşturulurken MAGDAIRE modeli aşamaları göz önünde bulundurulmuştur. Gözlem formunda başlama zamanı, bitiş zamanı, dersin içeriğine dair göstergeler, bu göstergelerin gerçekleşip gerçekleşmediğine dair yanıt bölümü (evet, kısmen, hayır) ve gözlemcinin notlarını yazabileceği bir boş alan bulunmaktadır. Gözlem formundaki dersin içeriğine dair göstergeler Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde malzemelerin tanıtımı, uygulamanın yaptırılması ve öğrenme ortamı ile ilgili göstergelerdir. Proje ürünü tasarlama aşamasındaki göstergeler ise eğitsel robotik, STEM, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreçleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Gözlem formu için Fen Bilgisi Eğitimi'nde uzman bir kişiden görüş alınmıştır. Derslerin amaçlarına göre işlendiğini belirleyebilmek için gözlem formları Fen Bilgisi Eğitimi'nde uzman bir kişi tarafından her ders doldurulmuştur. Gözlem formuna örnek olarak bir ders formu Ek 12'de verilmiştir.

3.3.2.5. Video Kayıtları

Gözlem formlarında belirtildiği gibi uygulama doğrulaması yapmak için her ders video kaydına alınmıştır. Gözlem formları verilerini desteklemek için video kaydı alınmıştır. Araştırmacı verilerin analizinde ve bulguların yorumlanmasında video kayıtlarından yararlanmıştır.

3.4. Uygulama Süreci

FBÖA'lara ÖÖY-II dersi kapsamında 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi verilmiştir. Eğitim verilmeden önce ve verildikten

sonra nicel veri toplama araçları uygulanmıştır. Nitel veriler ise hem eğitim sürecinde hem de eğitimin sonunda toplanmıştır.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci Collins, Brown ve Newman'ın (1989) MAGDAIRE teknoloji entegrasyonu modeli benimsenerek planlanmıştır. FBÖA'ların teknoloji entegrasyonu yapmalarını geliştirmek için MAGDAIRE modeli seçilmiştir. MAGDAIRE 4 aşamalıdır ve isminin açılımı modellenmiş analiz (Modeled Analysis), rehber eşliğinde gelişme (Guided Development), uygulama (Articulated Implementation) ve yansıtıcı değerlendirmedir (Reflected Evaluation). Araştırmacı ilk aşamada FBÖA'lara STEM eğitimi, eğitsel robotik, 21.yy. becerileri, proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili bilgiler vermiştir. Araştırmacı bu konulara ait makaleler paylaşmıştır ve FBÖA'ların bu konular üzerinde sorgulama ve beyin fırtınası yapmalarını sağlamıştır. Rehber eşliğinde gelişme aşamasında FBÖA'ların Arduino Uno R3'ü, sensörleri, Fritzing devre çizim programını ve mBlock görsel kodlama programını kullanmayı öğrenmesi için uygulamalar yaptırılmıştır. Bu uygulamalar sırasında araştırmacı FBÖA'lara yardımcı olmuştur ve FBÖA'lar araştırmacıyı gözlemlemiştir. FBÖA'lar eğitsel robotik TPAB ve STEM temelli bir dersin nasıl işlendiğini deneyimlemişlerdir ve nasıl bir ders planı hazırlamaları gerektiği konusunda bilgi edinmişlerdir. Uygulama aşamasında artık FBÖA'ların grupça projeler üretmeleri istenmiştir. FBÖA'lar kazandıkları bilgi ve becerileri uygulama aşamasında pratiğe dökmüşlerdir. FBÖA'lar akıllı sera ve şehir tasarımı projeleri yapmışlardır ve akıllı şehir tasarımı projelerine ait eğitsel robotik TPAB ve STEM temelli ders planı hazırlamışlardır. En son yansıtıcı değerlendirme aşamasında ise FBÖA'lar diğer grupların ve grup arkadaşlarının ürünlerine dönüt verip çalışmalarını değerlendirmişlerdir. ER-uygulamalarına dayalı STEM eğitimi içeriği ve MAGDAIRE modeli aşamaları Tablo 3.13'te sunulmuştur.

Tablo 3.13

ER-Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi İçeriği ve MAGDAIRE Aşaması

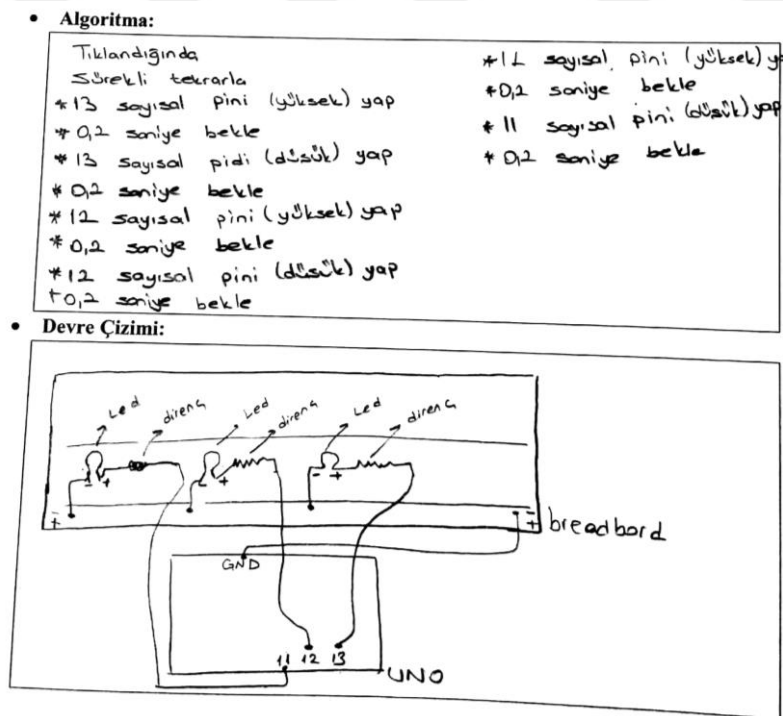
1. Hafta	STEM eğitimi nedir? Mühendislik tasarım süreci nedir? 21.yy. becerileri nelerdir? Robot Nedir? Eğitsel Robotik nedir? Robotların kullanım alanları nelerdir? Proje tabanlı öğrenme nedir? Basamakları nelerdir?	Modellenmiş Analiz (MA)
2. Hafta	Arduino Uno R3 Arduino IDE (Arduino integrated development environment (IDE) opensource software) Görsel kodlama programları (Scratch for Arduino (S4A, mBlock) Devre çizim programları (Fritzing/Circuit.io) Programların kurulumu ve mBlock programının arduinoya tanıtılması Güvenlik önlemleri	Modellenmiş Analiz (MA)
3. Hafta	Robotlar nasıl çalışır? Eyleyiciler Algılayıcılar (sensörler) Algoritma Sayısal – analog algılayıcı tanımları Elektrik devreleri Elektronik devre elemanları Breadboard (deney tahtası)	Modellenmiş Analiz (MA)
4. Hafta	Arduino üzerindeki led'in kontrolü Led yakma (Çalışma kâğıdı 1)	Rehber eşliğinde gelişme (GD)
5. Hafta	Siren (buzzer) ile Ses çıkışı (Çalışma kâğıdı 2) LDR- Işık sensörü (Foto direnç)-LDR ile led yakma (Çalışma kâğıdı 3) LDR ile RGB ledin kontrolü (Çalışma kâğıdı 4) Buton Kullanımı Potansiyometre kullanımı Sıcaklık ölçümü	Rehber eşliğinde gelişme (GD)
6. Hafta	Mesafe sensörü kullanımı, Park sensörü yapalım (Çalışma kâğıdı 5) Yağmur sensörü kullanımı, Yağmur alarmı yapalım (Çalışma kâğıdı 6) Servo motor kullanımı	Rehber eşliğinde gelişme (GD)
7. Hafta	Röle ile Lamba kontrolü (Röle lamba LDR kullanımı) (Çalışma kâğıdı 7) Toprak nem sensörü, Bitkilerimizi sulayalım (Çalışma kâğıdı 8)	Rehber eşliğinde gelişme (GD)
8. Hafta	Mini proje uygulaması, Akıllı Sera Tasarlayalım (Çalışma kâğıdı 9)	Uygulama (AI)
9. Hafta	Eğitsel robotik proje ürünlerinin değerlendirilmesi (Akıllı Sera Tasarımı) Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama	Yansıtıcı değerlendirme (RE)
10. Hafta	Proje Uygulaması, Akıllı Şehirler Tasarlayalım (Çalışma kâğıdı 10) Problem durumunun verilmesi Problem durumuna yönelik çözüm önerileri üretme Problem durumuna yönelik çözüm önerilerine dönüt verme	Uygulama (AI)
11. Hafta	Eğitsel robotik proje ürünü sunumu (Akıllı Şehir Tasarımı) Eğitsel robotik proje ürünlerinin değerlendirilmesi	Yansıtıcı değerlendirme (RE)

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi 11 haftalık ders saatleri süreci ile kısıtlı kalmamıştır. FBÖA'lar özellikle akıllı sera ve akıllı şehir tasarımı projelerini tasarlarken

ders saatleri dışında da vakit harcamışlardır. Araştırmacı FBÖA'lara istedikleri her konuda yardımcı olmak için ders saatleri dışında randevulaşarak ekstra çalışmalar yapma olanağı sunmuştur.

3.4.1. Etkinliklerin Tasarlanması

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öncelikle FBÖA'ların Arduino Uno R3'ün, Fritzing devre çizimi programının ve mBlock kodlama programının kullanımını öğrenmeleri ve daha sonra proje tasarımlarında kullanmaları için etkinlikler tasarlanmıştır. Ayrıca, bu etkinlikler FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme amaçlı hazırlanmıştır. Etkinliklerin başında FBÖA'lara bir görev verilmiştir ve bu görev için öncelikle algoritma yazmaları, devre tasarımları ve kodlama yapmaları istenmiştir. Bu etkinliklerle FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bileşenlerinin hangi aşamalarda gelişeceği Tablo 3.14'teki gibi planlanmıştır. 1. etkinlik örnek olarak verilmiştir ve görev Arduino Uno R3 ile led yakmak ve sonra yürüyen ışık yapmaktır. Tesla grubunun 1. etkinlik çalışma kâğıdı Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. Tesla grubunun yürüyen ışık çalışmasına ait algoritma yazımı ve devre çizimi

Tablo 3.14

Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Bileşenleri, Tanımı ve Örnek Kodlar

Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Bileşenleri	Tanımı	1.etkinlik için örnek	FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerine ait örnek kodlar
Soyutlama	Görevi tanımlama	Görev: Önce 1. Sonra 2. ve sonra 3. LED yanacak	Zaten sorunu tanımlamak çözmekten daha zor. Asıl mesele sorunu tanımlamak. O mesela benim için bir avantajdı bu eğitimde
Ayrıştırma	Görevi parçalarına ayırma	Önce 1. LED için, sonra 2. LED için ve daha sonra 3.LED için devre kurulacak Kodlamasının da ayrı düşünülüp sonra birleştirerek yapılacaktır	Ne yapmak istiyoruz? Nasıl hareket etsin istiyoruz hani kodlamayı yaptıktan sonra, onu düşünüyoruz. Daha sonra hangi işte sensorları kullanacağımızı düşünüyoruz. İşte nem sensoru, su motoru gibi. Nasıl yerleştireceğimizi düşünüyoruz. Yerleştirdikten sonra hani değer okutmamız gerekiyorsa hani ne değerlerde uygun oluyor diye düşünüyoruz
Algoritmik düşünme	Yapılacakları adım adım belirleme	Devre için: LED'in bir bacağı deney tahtasında (bread board) - kısma diğer bacağı dirençle birlikte Arduino'nun 11.pinine (12 veya 13 de olabilir) bağlanacak. Diğer LED'ler de aynı şekilde + kısımları diğer pinlere – kısımları deney tahtasının – kısmına bağlanacak. Daha sonra deney tahtasının – kısmı Arduino'nun GND kısmına bağlanacak. Kodlama için: 11.pini yüksek yap 0,2 saniye bekle 12.pini yüksek yap 0,2 saniye bekle 13.pini yüksek yap 0,2 saniye bekle Sonra bu kodlar sonsuz döngü içine alınacak	Mesela hareket sensöründe eğer sireni kullanacaksak ne kadar mesafeye yaklaşınca ötecek ne kadar uzaklaşınca susacak, işte bunu kafamızda tasarlıyoruz, sonra bunu uygulamaya döküyoruz.
Değerlendirme	Devreyi ve kodlamayı test etme	Arduino'yu bilgisayara bağlayıp kod yüklenmesi ve yeşil bayrak butonuna basılıp devrenin ve kodlamanın çalışması test edilmesi	Prototipi test ettik. Dönütlere göre yeniden prototipi tasarladık

Tablo 3.14 (devam)

Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Bileşenleri, Tanımı ve Örnek Kodlar

Hata ayıklama	Devredeki ve kodlamadaki hataları belirleme ve düzeltme	LED'ler sırasıyla yanmıyorsa kodlamada mı devrede mi hata var belirlenmesi ve düzeltilmesi	Arduino Uno R3 yardımı ile bilgisayar da yaptığımız kodu tanıttık ama sistemimiz çalışmadı. Nedenini düşündük ve dirençten kaynaklandığına karar verdik. Başka bir direnç denedik ama yine çalışmadı. Devreden direnci çıkarttık ve tekrar denedik, bu sefer kodumuzda verdiğimiz direktif gibi buzzer 1 saniye çaldı 1 saniye sustu. Direncimizin yüksek geldiğini anladık ve onu devre dışı bıraktık
Genelleme	Kurulan devreyi ve kodlamayı farklı görevler için kullanma	Bu devre ve kodlama polis arabası ışığı yapmak için de kullanılabilir	Öğretmen olduğumda karanlıkta yanan lambayı sınıfımda aktif bir şekilde sağlayabilirim. Eğer okulum eski bir okul olursa sınıfımda ışıkları yakmak yerine alkışla ya da belli bir adımla ışıkların yanmasını sağlayabilirim. Okulun karanlık olduğu lavabo ve vb yerde de karanlığa duyarlı olarak bunu kullanabilirim.
Örüntü tanıma	Başka bir görevde kullanılan devreyi ve kodlamayı tanıma	Aynı devrenin ve kodlamanın siren çalmak için de yapılması	Birinci devremizi başarılı bir şekilde kurup çalıştırdıktan sonra LED yerine siren kullanarak tekrar devre kurmamız istendi. Bu devrede tek fark LED yerine siren bağlamak olduğundan zorluk çekmeden devreyi kurduk ve bilgisayarda yazdığımız kod ile yeni devremizi çalıştırdık

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaptırılan etkinlikler Tablo 3.15'te ve etkinliklere ait çalışma kağıtları Ek 11'de verilmiştir.

Tablo 3.15

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaptırılan Etkinlikler

	Etkinlik Adı
1	Arduino Uno R3 ile LED yakalım, yürüyen ışık yapalım
2	Arduino Uno R3 ile siren çalalım
3	Arduino Uno R3 ile karanlıkta yanan LED yapalım
4	Arduino Uno R3 ile ışık algılayıcı sensör (LDR) ile farklı renkler yakalım
5	Arduino Uno R3 ile park sensörü yapalım
6	Arduino Uno R3 ile yağmur alarmı yapalım
7	Arduino Uno R3 ile karanlıkta yanan lamba yapalım (evdeki lambamızı ışık algılayıcı sensör ile kontrol etmek)
8	Arduino Uno R3 ile toprağın nem seviyesini ölçelim
9	Arduino Uno R3 ile sıcaklık göstergesi yapalım
10	Akıllı sera tasarlayalım
11	Akıllı şehir tasarlayalım

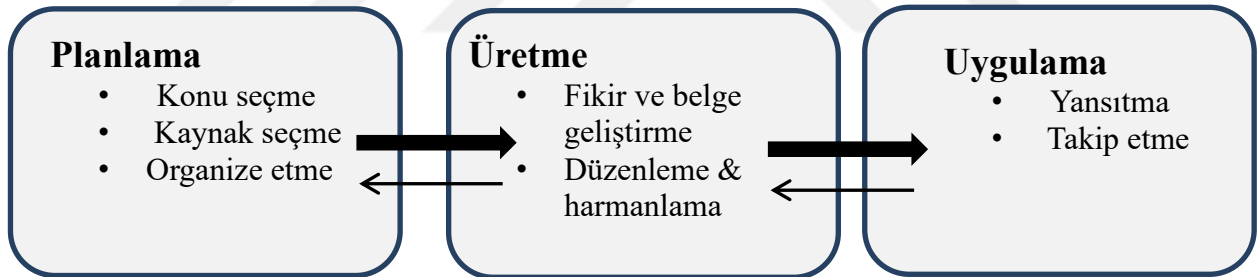
Tablo 3.15'e bakıldığında akıllı sera ve şehir tasarlayalım projeleri en son yaptırılmıştır. Akıllı sera projesi akıllı şehir projesi öncesinde FBÖA'ların proje yapmayı deneyimlemeleri için kapsamı daha dar tutulmuştur ve 4 ders saati yeterli olmuştur. Akıllı şehir tasarımı projesine ise 2 haftalık bir süre ayrılmıştır. İlk dokuz etkinlik FBÖA'ları onuncu ve on birinci projeye hazırlamıştır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin amacı FBÖA'ların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme ve STEM entegrasyonunu öğretmek olduğu için akıllı sera ve akıllı şehir tasarımı projelerinde FBÖA'lara yaratıcı düşüncelerini ve STEM entegrasyonu yapmalarını sağlayacak günlük yaşamla ilişkilendirilmiş ve çeşitli çözüm önerileri getirilebilecek problem durumları verilmiştir. Projelere ait problem durumları aşağıda verilmiştir:

Akıllı Sera Tasarımı Projesi Problem Durumu: Şehrin gürültüsünden ve kirliliğinden bunalıp organik tarımla uğraşmak için arkadaşlarınızla birlikte şehirden uzak bir çiftliğe yerleşiyorsunuz. Geçiminizi sağlamak için sera kurmak istiyorsunuz. Serayı kurmadan önce nasıl tasarlamamız gerektiği hakkında araştırmalar yapıp, maliyeti düşük, verimi artıracak ve iş hayatınızı kolaylaştıracak akıllı bir sera tasarlamaya karar veriyorsunuz. Bu durumda nasıl bir düzenek tasarladınız?

Sınırlamalar: Tasarımınızı yapmak için 2 ders saati süreniz bulunmaktadır. Araştırmalarınızı güvenilir kaynaklardan yapmanız gerekmektedir. Size verilen materyalleri kullanabilirsiniz. Bütçenizi, malzemelerinizi olabildiğince tasarruflu kullanınız.

Akıllı Şehir Tasarımı Projesi Problem Durumu: Zaman ilerledikçe artan nüfusla ve teknolojinin ilerlemesiyle beraber Dünya’da ve Türkiye’de enerji tüketimi artmaktadır. Artan enerji talebine yönelik üretim sınırlı kalmaktadır. Enerji gereksinimi karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması yerine daha çok fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bu yüzden de yıllar geçtikçe iklim değişiklikleri meydana gelmekte ve çevre sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Bu sorunlara bireysel tüketim, şehir tüketimi ve bölgesel tüketim sebep olmaktadır ve insan sağlığını, doğayı ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bir Fen Bilimleri öğretmeni olarak enerji ve çevre sorunlarına duyarlı, maliyeti düşük, enerji ve işgücü tasarrufu sağlayacak akıllı bir şehir tasarlamak için proje yapmak istiyorsunuz. Siz ve diğer disiplinlerden arkadaşlarınız (şehir ve bölge plancısı, elektrik elektronik mühendisi, çevre mühendisi, endüstri ürünleri tasarımcısı, mimar) bir araya gelerek nasıl bir proje tasarladınız?

Akıllı sera ve akıllı şehir tasarımı projeleri çalışma kağıtları (bkz Ek 11 onuncu ve on birinci etkinlik) proje tabanlı öğrenme ve mühendislik tasarım süreçlerini içerecek şekilde hazırlanmıştır. Han ve Bhattacharya (2001) proje tabanlı öğrenme çerçevesini Şekil 3.6’daki gibi özetlemiştir.



Şekil 3.6. Proje tabanlı öğrenme çerçevesi

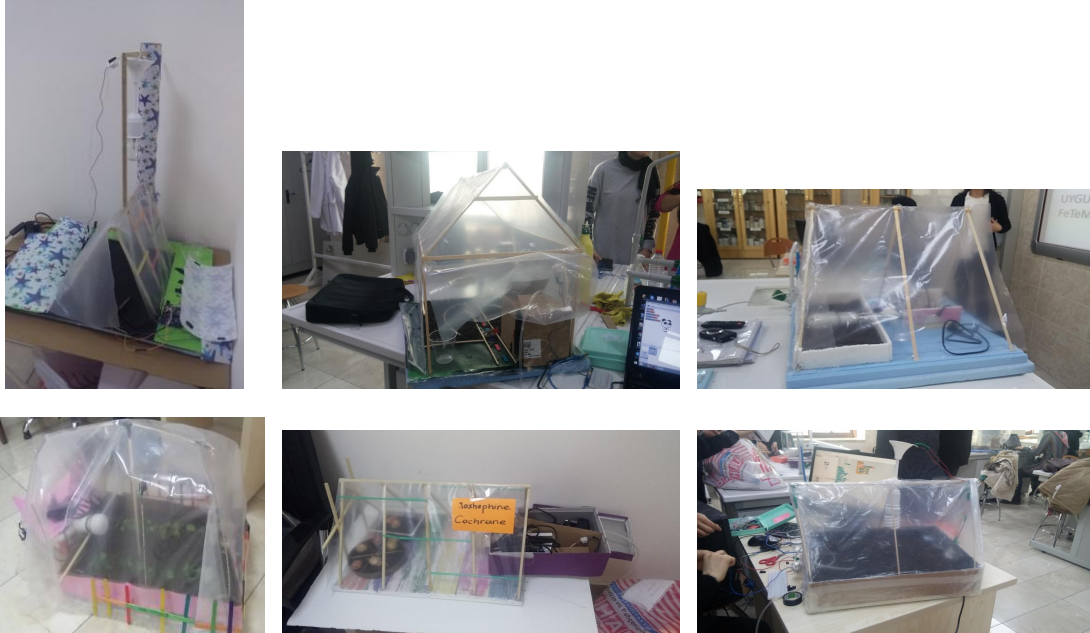
Mühendislik tasarım süreci de aşağıdaki basamakları içermektedir (Han ve Bhattacharya, 2001):

- 1) Problemi belirleme
- 2) Beyin fırtınası yaparak olası çözüme karar verme
- 3) Prototip geliştirme
- 4) Prototipi test etme ve değerlendirme
- 5) Test etme ve değerlendirme dönütlerine göre yeniden tasarlama
- 6) Sonuçları paylaşma (en sonunda çözümü yayma)

FBÖA’lar projelerinde eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 kullanmışlardır, proje tabanlı öğrenme yöntemini ve mühendislik tasarım sürecini takip etmişlerdir ve alan bilgilerini kullanarak problem durumlarına çözüm üretmişlerdir. FBÖA’lar böylece eğitsel robotiğin fen bilimleri dersine nasıl entegre edildiğini deneyimlemiş olmaktadır. Akıllı sera tasarımı projesinde araştırmacı eğitsel robotik TPAB entegrasyonunu görmeleri amacıyla FBÖA’larla hazırladığı ders planı üzerinde konuşmuştur. Ayrıca, FBÖA’lar hem akıllı sera hem de akıllı şehir tasarımı projelerinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) disiplinlerinin bütünleştirilmesini deneyimlemişlerdir.

Geliştirilen proje etkinliklerinin mühendislik tasarım sürecine, proje tabanlı öğretim sürecine, STEM entegrasyonuna ve yaratıcı düşünmeye uygunluğunu incelemek için Fen Bilgisi Eğitimi’nde görev yapan bir uzmandan görüş alınmıştır.

Akıllı sera tasarımı projesi 1-El-Cezeri, 2-Steve Jobs, 3-Kepler, 4-Tesla, 5-Josephine Cochrane ve 6-Marie Curie grupları olarak gerçekleştirilirken akıllı şehir tasarımı projesinde Kepler grubu ikiye bölünmüştür (Kepler 1 ve Kepler 2). Akıllı sera tasarımı projesi toplamda altı grupta gerçekleştirilmiştir. Akıllı şehir tasarımı projesi ise toplamda 7 grupta gerçekleştirilmiştir. Grupların akıllı sera ve akıllı şehir tasarımı projeleri grup numaralarına göre Şekil 3.7’de ve Şekil 3.8’de sunulmuştur.



Şekil 3.7. Grupların akıllı sera tasarımı proje ürünleri



Şekil 3.8. Grupların akıllı şehir tasarımı proje ürünleri

3.4.2. Etkinliklerin Uygulanması

2017-2018 güz döneminde haftalık 4 saat olan Özel Öğretim Yöntemleri II dersinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi etkinlikleri uygulanmıştır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin ve ölçeklerin uygulanması için üniversiteden alınan etik kurul izni Ek 14'te yer almaktadır. FBÖA'larla ders dışı zamanlarda da çalışmalar yapılmıştır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin rehber eşliğinde gelişme (GD) aşamasında, 4. haftasından itibaren etkinlikler uygulanmaya başlanmıştır. Öncelikli olarak Arduino Uno R3 mikroişlemcisi, mBlock programı arayüzü ve Fritzing devre çizim programı hakkında bilgi verilmiştir. Her etkinlikte farklı sensörler tanıtılmıştır. İlk 9 etkinlikte Arduino Uno R3, deney tahtası (breadboard), çeşitli dirençler, bağlantı kabloları (jumper kablolar), LED, siren (buzzer), ışık algılayıcı sensör (foto direnç, LDR), ultrasonik mesafe sensörü, RGB LED (Red-Green-Blue), yağmur sensörü, röle, potansiyometre, toprak nem sensörü ve sıcaklık sensörü (LM35) tanıtılmıştır. Bu devre elemanlarını ve sensörleri kullanarak deney tahtasında devre kurmayı öğretmek amaçlanmıştır. Aynı zamanda mBlock programında kodlamalarının nasıl yapılacağı gösterilmiştir. Etkinliklerde kullanılan mikroişlemci, devre elemanları ve sensörler Tablo 3.16'da sunulmuştur.

Tablo 3.16

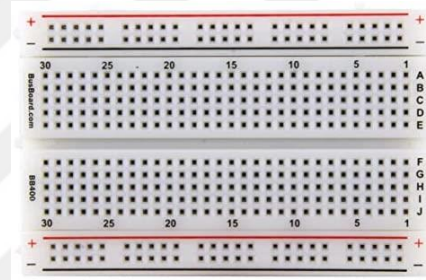
ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Etkinliklerinde Kullanılan Mikroişlemci, Devre Elemanları ve Sensörler

Devre Elemanları ve Sensörler

Arduino Uno R3



Deney tahtası (breadboard)



Bağlantı kabloları



Dirençler



LED'ler



Tablo 3.16 (devam)

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Etkinliklerinde Kullanılan Mikroişlemci, Devre Elemanları ve Sensörler

Siren (buzzer)



Foto direnç (LDR)



Ultrasonik mesafe sensörü



RGB LED (red, green, blue)



Yağmur sensörü



Tablo 3.16 (devam)

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Etkinliklerinde Kullanılan Mikroişlemci, Devre Elemanları ve Sensörler

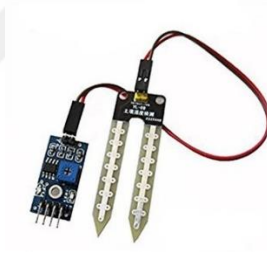
Röle



Potansiyometre



Toprak nem sensörü



Sıcaklık Sensörü (LM35)



ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Tablo 3.16’da tanıtılan malzemelerden oluşan on adet Şekil 3.9’daki Arduino kiti oluşturulmuştur. 1 adet kitin fiyatı 2017 yılında yaklaşık 100 Türk lirası değerindedir. Akıllı sera ve akıllı şehir tasarımı projelerinde farklı bir malzeme ihtiyacı olduğunda araştırmacı tarafından temin edilmiştir.



Şekil 3.9. Arduino Uno R3 kiti

Proje yapma sürecini anlatmak için akıllı şehir tasarımı projesi seçilmiştir. Ek 11’de onuncu ve on birinci etkinlik olarak proje çalışma kağıtları verilmiştir. Proje çalışma kağıtlarında proje tabanlı öğrenme süreci ve mühendislik tasarım süreci harmanlanarak sunulmuştur. Akıllı şehir tasarımı projesi problem durumu FBÖA’lara verilmiştir. FBÖA’lardan öncelikli olarak problemi tanımlamaları istenmiştir. FBÖA’ların probleme çözüm üretebilmeleri için problemin kriterlerini ve sınırlılıklarını belirlemeleri gerekmektedir. Probleme çözüm üretilmeden önce yaratıcı düşüncülerinin etkilenmemesi ve başka projeleri olduğu gibi alıp kendi projeleriymiş gibi göstermemeleri için FBÖA’ların internete girip araştırma yapmaları kısıtlanmıştır. Fikirlerine yönelik soruları olduğunda araştırma yapmalarına olanak sağlanmıştır. FBÖA’lar proje takvimini hazırladıktan sonra grup bireylerinin fikirlerinin hepsini yazarak ve sonrasında beyin fırtınası yaparak içlerinden problemin kriterlerine ve sınırlılıklarına uygun olacak şekilde çözüm önerileri seçmişlerdir. Josephine Cochrane grubunun seçtikleri fikirler Şekil 3.10’daki gibidir.

3. Beyin fırtınası yaparak hangi planı uygulayacağınıza karar veriniz. Hangi fikri seçtiniz? Neden? Kısaca planınızı yazınız.
Çözüm önerinizi seçerken problem durumunun kriterlerini ve sınırlılıklarını göz önünde bulundurunuz.

iki fikri seçtik.

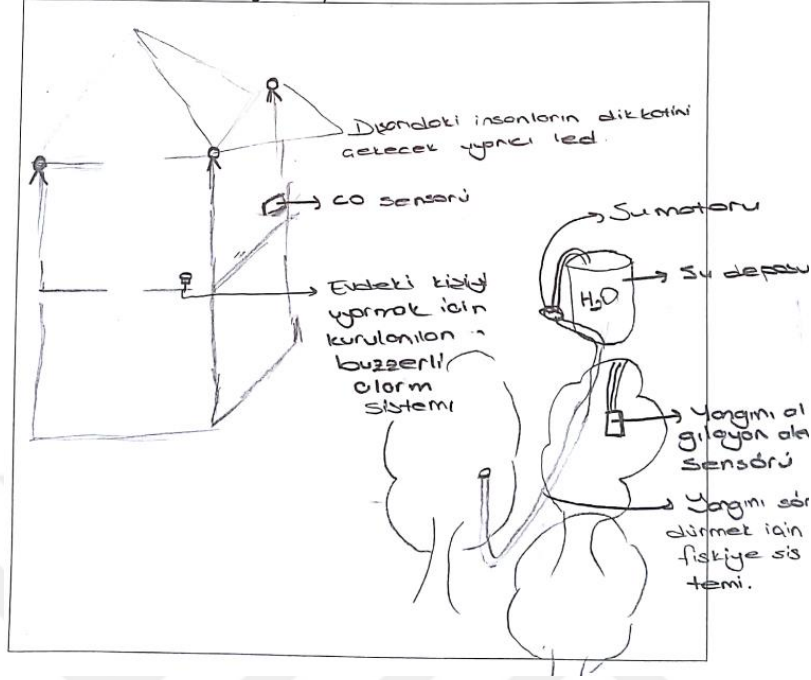
— Engelli insanların hayatı daha kolay olması için
Orada kullanabilmelerini sağlayıcı ve trafikte rahat olmaları
için trafik lambasını tasarlamak.

— Ölümlü kotaları önüne geçebilmek için ses ve ışık
Sensörü ile orada bir gürültü olduğunu belirten sistem.

Şekil 3.10. Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımına yönelik çözüm önerileri

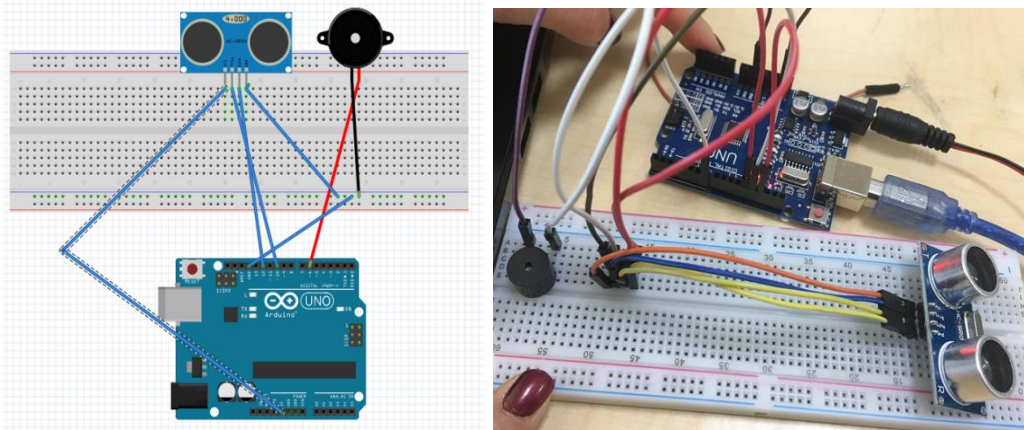
FBÖA'lar daha sonra projelerinde kullanacakları malzemelerin listesini yazmışlardır. Arduino Uno R3 kiti dışında FBÖA'lara projelerinde kullanabilecekleri karton kutu, tahta çubuk, mukavva, pipet vb. basit malzemeler sunulmuştur. İhtiyaçları olduğunda evden, kırtasiyeden ve marketten malzemeler temin edilmiştir. Malzemelerin basit, kolayca ulaşılabilir ve maliyetinin az olmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra FBÖA'lar projelerinin prototipini çizmişlerdir. Şekil 3.11'de Kepler 2 grubunun proje prototipi gösterilmektedir.

6. Geliştirdiğiniz prototipinizi çiziniz. Çiziminizin üzerinde bölümleri gösteriniz ve kısaca görevini yazınız.

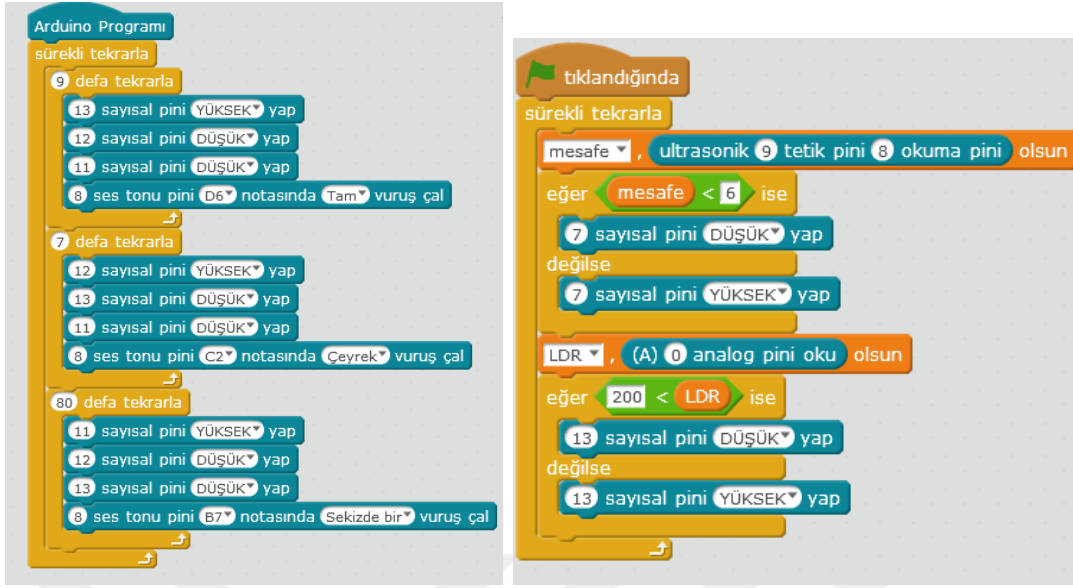


Şekil 3.11. Kepler 2 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi prototip çizimi

FBÖA'lar prototip çizimlerinden sonra algoritma yazmışlardır, devre çizmişlerdir ve kodlamalarını yapmışlardır. Gruplar bu aşamalardan sonra proje prototiplerini test etmişlerdir, eksiklikler varsa tespit edip çözüm üretmişlerdir. Devre kurmada ve kodlama yapmada hata yapmışlarsa bu hataları belirleyip düzeltmişlerdir. Kepler 1 grubunun kurdukları devre ve Fritzing'de çizdikleri devre Şekil 3.12'deki gibidir. Josephine Cochrane grubunun mBlock'ta yaptıkları kodlamalar Şekil 3.13'teki gibidir.



Şekil 3.12. Kepler 1 grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait devre



Şekil 3.13. Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait kodlama

FBÖA’lar proje ürünlerine ait sunumlar hazırlamışlardır. Eğitim sonunda akıllı şehir proje ürünlerini diğer gruplara sunmuşlardır. Gruplar hem kendi projelerini hem de diğer grupların projelerini değerlendirip dönüt vermişlerdir. FBÖA’lar akıllı şehir tasarımı projesinden sonra ders planı hazırlayıp araştırmacıya Edmodo üzerinden göndermişlerdir.

3.4.3. Öğrenme Ortamının Hazırlanması

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi kısmen sınıf ortamında kısmen de bilgisayar laboratuvarında işlenmiştir. Sınıf ortamında ders işlendiğinde her gruptan bir adet bilgisayar getirmeleri istenmiştir. Olası bir probleme karşı araştırmacı dizüstü bilgisayar temin etmiştir. STEM eğitimi sınıfı veya laboratuvarı bulunmadığı için malzemeler sürekli taşınmak durumunda kalmıştır. Bu da eğitimin sınırlılıklarından bir tanesidir. Öğrenme ortamları grup çalışması yapabilecek bir şekilde düzenlenmiştir. Şekil 3.14’te sınıf ortamında grup çalışması fotoğrafları gösterilmiştir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıf platformu kullanılmıştır. Edmodo’da ER uygulamalarına dayalı STEM isimli bir ders oluşturulmuştur. Ders kapsamında duyurular yapılmıştır, yansıtıcı günlükler toplanmıştır, makale, sunum gibi materyaller paylaşılmıştır, gruplar arasında ve araştırmacı ile FBÖA’lar arasında iletişim sağlanmıştır. Paylaşımlar tüm grupla yapılabildiği gibi her grupla ayrı ayrı paylaşım yapma olanağı da bulunmaktadır. Edmodo’nun arayüzü Facebook’a benzediği için Edmodo’yu

kullanırken FBÖA'lar zorluk çekmemişlerdir. Edmodo sayesinde araştırmacı veri toplama sürecinde kolaylıklar yaşamıştır. FBÖA'lar istedikleri zaman Edmodo'dan araştırmacının sunumlarına ulaşarak sıkıntı yaşadıkları durumlarda yardım almışlardır. Araştırmacı bir duyuru yaptığında FBÖA'lara bildirim gitmesi araştırmacı ile FBÖA'lar arasındaki iletişimi güçlendirmiştir. Edmodo arayüzü Şekil 3.15'teki gibidir.



Şekil 3.14. Sınıf ortamında gerçekleştirilen grup çalışması



Şekil 3.15. Edmodo'nun arayüzü

3.5. Verilerin Analizi

"Kediyi öldüren merak değildi. Kediyi öldüren tüm verilere anlam verme merakıydı".

Halcolm (aktaran, Patton, 2002, s. 440)

3.5.1. Nicel Verilerin Analizi

Çoklu yöntem araştırma yönteminin kullanıldığı bu çalışmada nicel verilerinin analizinde çıkarımsal istatistik testleri kullanılmıştır. SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Analizler yapılmadan önce ilişkili örneklem t-test varsayımlarından biri olan normal dağılımın olup olmadığını tespit etmek için Shapiro-Wilk, çarpıklık ve basıklık istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 79). Ak (2008, s. 10) gözlem sayısı otuzun altında ise Shapiro -Wilk değerine bakılmasını önermiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile + 2 arasında olduğunda dağılım normal olarak kabul edilmektedir. Sig değerinin ,05'ten büyük olması da dağılımın normal olduğunu göstermektedir. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ, bilimsel yaratıcılık ölçeği ve bilgisayarca düşünme ölçeği ön test son test verileri normal dağılım göstermektedir. Bu bulgular 4.bölümde sunulmuştur. Üç ölçek verileri için ilişkili örneklem t testi analizi yapılmıştır. Bu çalışmada bağımlı değişkenler FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inaçları, bilimsel yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerileridir. Bağımsız değişken ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimidir. Bilgisayarca düşünme ölçeğinin alt bileşenlerinin hangisinde anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için tekrarlı MANOVA analizi uygulanması düşünülmüştür. Tekrarlı MANOVA'nın varsayımları örneklem büyüklüğü, normallik, uç değerler, doğrusallık, regresyonun homojenliği, çoklu doğrusallık ve tekillik ve varyans-kovaryans matrislerinin homojenliğidir (Pallant, 2007, s. 277). Bu varsayımlar test edilmiştir fakat MANOVA tekillik (singularity) varsayımı sağlanamamıştır. Bağımlı değişkenler arasında yüksek ilişki bulunduğu için tekrarlı MANOVA analizi yapılmamasına karar verilmiştir. Bu durumda Tip 1 hatayı düşürmek için alfa değeri (,05) yapılması istenen analiz sayısına (5) bölünerek Bonferonni ayarlaması yapılmıştır.

Bu çalışmanın katılımcı sayısı 29'dur. Katılımcı sayısının az olduğu durumlarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu pratikteki anlamlılığı ifade eden etki büyüklüğü değerine de bakılarak yorum yapılması önem taşımaktadır. Fraenkel ve Wallen (2009) etki büyüklüğünü iki grubun ortalamaları arasındaki farkın büyüklüğünün ölçümü olarak tanımlamıştır. Etki büyüklüğü iki grubun veya bir grubun iki puanın ortalamaları arasındaki farkın harmanlanmış standart sapmaya bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu çalışmada etki büyüklüğünü hesaplamak için Cohen d formülü kullanılmıştır. Cohen (1988) etki büyüklüğü değerinin 0,2'den küçük olduğu durumları küçük etki, 0,2 ile 0,8 arasında olduğu durumları orta büyüklükte etki ve 0,8'den büyük olduğu durumları büyük etki olarak yorumlamıştır. Bu araştırmanın bulguları bu değerler baz alınarak yorumlanmıştır.

3.5.2. Nitel Verilerin Analizi

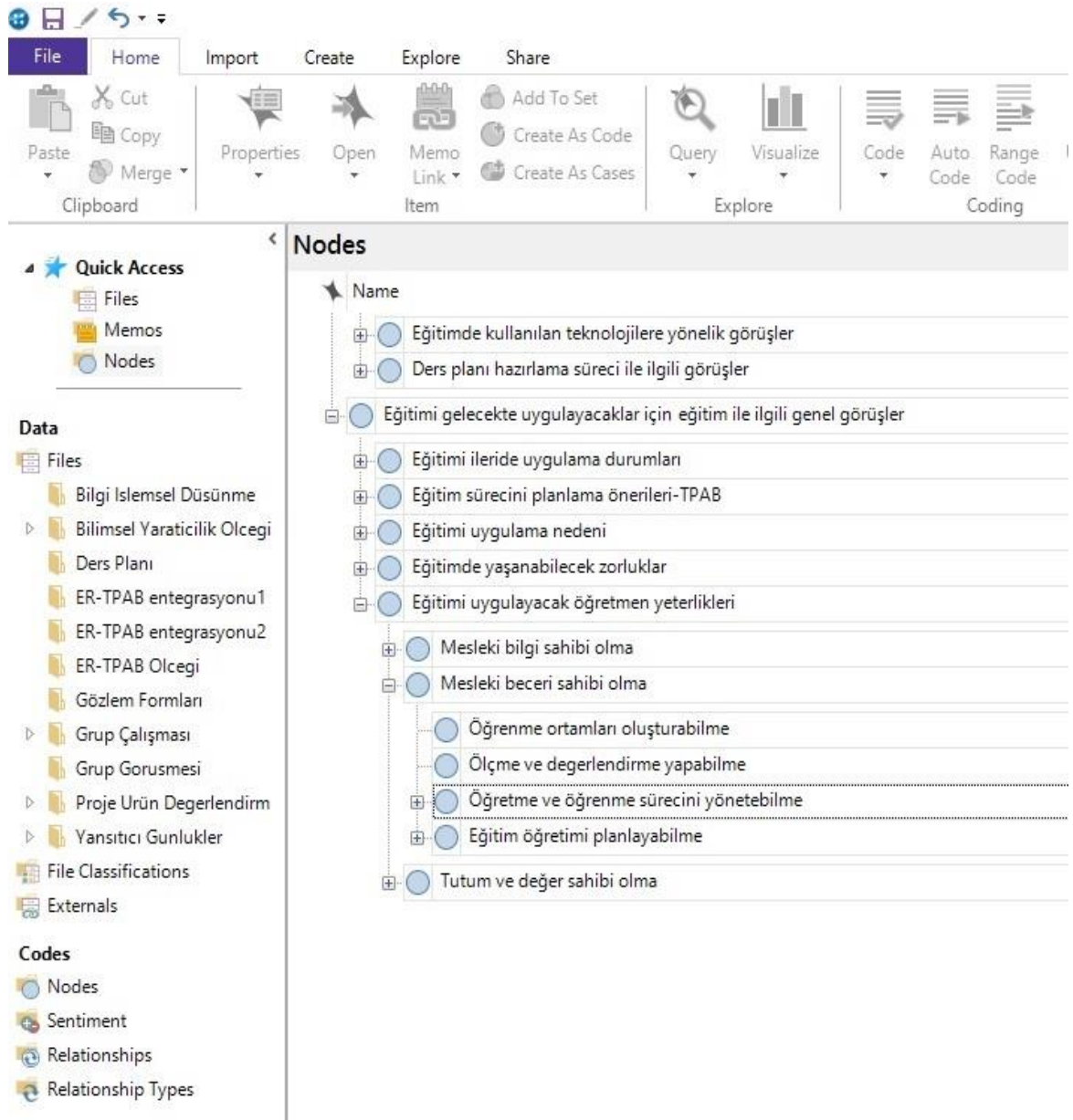
Nitel araştırmada veri toplama ve veri analizi eş zamanlı bir süreç olmalıdır (Merriam, 2009). İlk veriler analiz edilir ve diğer veriler toplanmaya devam eder. Eş zamanlı veri toplama ve analizi verilerin yönetimini kolaylaştırır. Ayrıca, daha geçerli ve güvenilir veri toplamayı sağlar çünkü araştırmacı süreçte çıkan kavramları, temaları ve kategorileri test eder ve verileri ona göre yönetir. Bu çalışmada da ilk veriler toplandığında hemen analiz edilmiştir. Nitel araştırma sorularını cevaplamak için Bilgisayar Destekli Nitel Veri Analizi Yazılımı (BDNVAY) kullanılmıştır. BDNVAY kullanmanın birçok avantajı vardır. Bu yazılımlar veriler ve analizleri için düzenli bir dosyalama sistemi oluşturmayı sağlar. Veriler kategorilere ayrılır ve kolayca yeniden düzenlenebilir. Araştırmacı görsel modeller çizerek kodlama yapar ve temalar arasındaki ilişkiyi görselleştirmek için bu programları kullanabilir” (Creswell, 2007, s. 1165). Bu çalışmanın nitel veri analizlerini yapmak için NVivo 12 programı kullanılmıştır.

Araştırma sorularından bir olan FBA’ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak için grup görüşmesiyle, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu ve yansıtıcı gnlklerle nitel veriler toplanmıştır. Bu nitel verilerin zmlemesi yapılarak metin haline dönüştürülerek NVivo 12 programına aktarılıp içerik analizine tabi tutulmuştur. İçerik analizinde veriler derinlemesine analiz edilir ve önceden belli olmayan temalar ortaya çıkar (Strauss ve Corbin, 1990). İçerik analizinde tümevarımcı analiz yapılmaktadır. Kodlamaların birbirleriyle ilişkisi ortaya çıkarılarak kategorileri, kategoriler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılarak temalara ulaşılmaktadır. Strauss ve Corbin (1990) içerik analizinde veriler daha önceden belirlenmiş kodlara, verilerden çıkan kodlara veya ikisinin birleşiminden oluşan bir yönteme göre analiz edilme yöntemlerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada bazı durumlarda daha önceden belirlenmiş kodlardan, bazı durumlarda ise verilerden yola çıkılarak kodlama yapılmıştır. Bu durum Tablo 3.17’de örneklendirilmiştir. NVivo 12 arayüzüne ait görsel şekil 3.16’da verilmiştir. Tablo 3.17’de görülen ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak ğretmen yeterlikleri ğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü’nün (2017) ğretmenlik mesleği genel yeterliklerine göre sınıflandırılmıştır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek öğretmenden kaynaklı teknoloji kullanımı ve pedagoji ile ve öğrenciden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar verilerden yola çıkarak ulaşılan kodlardır. ğretmenden kaynaklı çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar alanyazından belirlenmiştir.

Tablo 3.17

Nitel Verilerin İçerik Analizi ile Kodlanması

TEMA	KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri	Mesleki bilgi sahibi olma hakkındaki görüşler	Öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme
		Mesleki beceri sahibi olma hakkındaki görüşler	Eğitim öğretimi planlayabilme
			Ölçme değerlendirme yapabilme
			Öğrenme ortamı oluşturabilme
	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek zorluklar	Tutum ve değer sahibi olma hakkındaki görüşler	Kişisel ve mesleki gelişime sahip olma
			İletişim kurabilmesi ve işbirliği yapabilmesi
			Teknoloji kullanımı ile ilgili yaşanabilecek zorluklar
		Öğretmenden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar	Pedagoji ile ilgili yaşanabilecek zorluklar
		Öğrenciden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar	Çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar



Şekil 3.16. NVivo 12'nin ara yüzü

Alanyazından derlenen kodlara ve kategorilere bu kısımda değinilecektir. “Öğretmen adaylarına katkı” ve “öğretmen yeterlikleri” ÖYGGM'nin (2017) öğretmenlik mesleği genel yeterliklerine göre sınıflandırılmıştır. Öğretmen yeterlikleri mesleki bilgi, beceri, tutum ve değerlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara ve öğrencilerin becerilerinin gelişimlerine katkı sağlaması P21'e (2015) göre sınıflandırılmıştır. P21'e (2015) göre 21.yy. becerileri öğrenme ve inovasyon (yenilikçi düşünme) ve teknoloji becerilerinden oluşmaktadır. Öğrenme ve inovasyon becerileri yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli düşünme ve iletişim kurma becerileridir. Bu çalışmaya

özgü olarak mühendislik tasarım becerileri de belirlenmiştir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin zorluk yaşayabileceği durumlardan sadece çevresel kaynaklı faktörler alanyazından derlenmiştir. Bu zorluklar okul donanımı (Hechter ve Vermette, 2013; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), uygulama süresi (Akdağ ve Güneş, 2017; Ertmer, 1999; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Şimşek, 2019; Tunç, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), maliyet (Hechter ve Vermette, 2013; Tunç, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), eğitim ortamı (Hechter ve Vermette, 2013), öğretim programını yetiştirme ve okul yönetimi desteğidir (Hechter ve Vermette, 2013; Şimşek, 2019; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007). FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenlerinden soyut kavramları somutlaştırması (Bers, 2008; Erten, 2019; Papert, 1993; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017), üretken birey olmayı sağlaması (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bektas ve Aslan, 2019; Şimşek, 2019), kalıcı öğrenmeyi sağlaması (Avcı, 2017; Şimşek, 2019), günlük yaşamla ilişki kurmayı sağlaması (Eguchi, 2015; Sungur Gül ve Marulcu, 2014), disiplinlerarası anlayış sağlaması (Avcı, 2017; Tarkin-Çelikkıran ve Aydın- Günbatar, 2017), yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016; Şimşek, 2019) ve aktif katılımı sağlaması (Akçay, 2018; Kılınç, 2014; Williams, Igel, Poveda ve Kapila, 2012; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017) alanyazından derlenmiştir. Ayrıca, FBÖA'ların ders planları ile ilgili görüşleri ve hazırladıkları ders planları Yanış ve Yürük'ün (2020) geliştirdiği dönüşümcü ER-TPAB modeline göre sınıflandırılmıştır. Bunlar öğrenen özelliklerini dikkate alma, öğretim strateji yöntem ve tekniklerini dikkate alma, öğretim programını dikkate alma ve ölçme ve değerlendirme yapmadır. Öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini dikkate alma etik ilkeleri belirleme kodu da MEB'in (2015) eğitimciler için belirlediği mesleki etik ilkelere göre belirlenmiştir. Mesleki etik ilkeler mesleki yeterliğe, öğrencilerle ilişkilere ve performansa yönelik etik ilkelere. Teknoloji kullanımına yönelik etik ilkeler bu çalışma kapsamında oluşturulmuştur. Tablo 4.62'de, yukarıda bahsedilen alanyazından derlenen kodlar ve kategoriler dışında nitel verilerden yola çıkılarak ulaşılan kodlar, kategoriler ve temalar bulunmaktadır. Araştırmacı bu kodlara, kategorilere ve temalara tümevarım yoluyla ulaşmıştır.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde grup görüşmesinden, yansıtıcı günlüklerden, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan, proje ürünü değerlendirme rubriğinden ve ders planı değerlendirme rubriğinden elde edilen verilerin %'10'u araştırmacının dışında Fen

Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı'nda bir uzman tarafından NVivo 12 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için NVivo 12 programında verilen görüş birliği ve görüş ayrılığı yaşanan kodlar iki uzman tarafından görüşülmüş ve görüş ayrılığı yaşanan kodlarda uzlaşmaya varılmıştır. Uzlaşma yüzdesini hesaplamak için Miles ve Huberman'ın (1994, s. 64) güvenilirlik formülü kullanılmıştır. Miles ve Huberman (1994, s.64) benzeşen kodları “Görüş Birliği” ayrışan kodları ise “Görüş Ayrılığı” olarak adlandırmaktadır. Kodlayıcı güvenirligi için Uzlaşma Yüzdesi = $\frac{\text{Görüş Birliği}}{\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı}} \times 100$ formülü ile hesaplanmaktadır. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi görüşlerine ait uzlaşma %99 olarak bulunmuştur.

Bilimsel yaratıcılık ön testinin ve son testinin ve FBÖA'ların proje ürünlerinin kodlayıcı güvenirligi için intraclass correlation coefficient (ICC) değeri ve Cronbach alfa değeri SPSS programında hesaplanmıştır. Shrout ve Fleiss (1979) ICC değeri için üç yöntemden bahsetmiştir. Bu çalışmada kodlayıcıların değerlendirmelerinin ortalamaları arasındaki farkı görmek için ICC değeri hesaplanmıştır. BY ön test için ICC değeri 0,96'dır. 95% güven aralığı ile ICC değeri .430 ile .999 değerleri arasındadır ve Cronbach alfa değeri 0,978'dir. BY son test için ICC değeri 0,90'dır. 95% güven aralığı ile ICC değeri .851 ile .997 değerleri arasındadır ve Cronbach alfa değeri 0,926'dır. Proje ürünleri için ICC değeri 0,99'dur. 95% güven aralığı ile ICC değeri .412 ile 1.00 değerleri arasındadır ve Cronbach alfa değeri 0,997'dir. Bu değerler mükemmel güvenirligi göstermektedir.

3.6. Araştırmanın Geçerliliği ve Güvenirligi

Bu bölüm nicel ve nitel araştırma yönteminin geçerliklerinin ve güvenirliklerinin nasıl sağlanacağı ile ilgilidir.

3.6.1. Tek Grup Ön Test-Son Test Deseninde İç Geçerliliği Tehdit Eden Unsurlar

Tablo 3.18'de iç geçerliliği tehdit eden unsurlar ve kontrol tekniklerine yer verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan teknikler tablonun altında açıklanmıştır.

Tablo 3.18

İç Geçerliği Tehdit Eden Unsurları Kontrol Etmek Amacıyla Kullanılan Genel Teknikler

Teknik				
Tehdit	Durumu Standartlaştırma	Katılımcı hakkında daha fazla bilgiye ulaşma	Detaylar hakkında daha fazla bilgiye ulaşma	Uygun deseni seçme
Katılımcı Özelliği		X		X
Katılımcı Kaybı		X		X
Yer	X		X	X
Veri toplama aracı	X		X	
Test etme süreci				X
Tarih (beklenmedik bir olay)			X	X
Katılımcıların olgunlaşması		X		X
Katılımcı tutumu	X		X	X
Regresyon		X		X
Uygulama	X		X	X

Not: “The nature of qualitative research. *How to design and evaluate research in education* (7th Ed.)”, Fraenkel ve Wallen, 2009, Boston: McGraw-Hill kaynağından uyarlanmıştır.

Katılımcı Özellikleri: Çalışmanın katılımcılarının yaş, cinsiyet, sosyo-ekonomik düzey gibi özellikleri bağımlı değişkeni farklı etkiler. Tablo 3.4’e göre katılımcı hakkında daha fazla bilgiye ulaşma ve uygun deseni seçme teknikleri kullanılarak bu tehdit kontrol altına alınmıştır.

Katılımcıların Olgunlaşması: Zamana bağlı olarak katılımcılar deneysel uygulama sürecinde olgunlaşabilir. Bu çalışmada katılımcıların olgunlaşması için üç aylık bir sürecin yeterli olmadığı düşünülmektedir.

Veri Toplama Aracı: Katılımcılara verilen testlerin farklı olması, testlerin farklı kişilerce verilmesi, farklı gözlemcilerin değerlendirme yapması gibi durumlarda ortaya çıkabilir. Bu araştırmada tüm katılımcılara aynı test araştırmacı tarafından verilip değerlendirilmiştir.

Katılımcıların Geçmişi: Deneysel koşullar dışında gerçekleşen tüm olayların katılımcılar için benzer şekilde olması katılımcı geçmişinin sonuca etkisini kontrol altına alır. Bu

araştırmada deneysel uygulama dışında daha önce eğitsel robotik ve STEM eğitimi almamış katılımcı grubu seçilmiştir.

Katılımcı Kaybı Etkisi: Katılımcılar uygulama başladıktan sonra çeşitli nedenlerle araştırmadan ayrılabilirler. Bu çalışmada katılımcı kaybı yaşanmamıştır.

Ön-test (Uygulama Öncesi Ölçüm) Etkisi: Katılımcılara aynı testin iki kez uygulanması, katılımcının ön-test uygulaması ile teste aşına olması nedeniyle ön-test son-test üzerinde belli bir etkiye sebep olabilir. Bu tehdidin ortadan kaldırılması için ön-test ile son-test arasında yeterli sürenin (bir eğitim öğretim dönemi) geçmesi sağlanmıştır.

Beklentilerin Etkisi: Katılımcılarda ya da araştırmacılarda deneysel koşullar hakkında oluşan beklentiler, araştırma sonuçlarını beklentiler yönünde etkileyebilir. Katılımcılara deneysel koşullar ve uygulanacak testler hakkında bilgi verilmemiştir.

Katılımcı Tutumu (Hawthorne Etkisi): Katılımcılar uygulamayı fark ettiklerinde davranışlarını ona göre şekillendirebilirler. Bu çalışmada tüm katılımcılar en baştan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitime katılacaklarını bilmekteydiler. Fakat, bu eğitimi bir deney gibi görmelerinden öte, kendilerinin meslek hayatına bir katkı gibi düşünceleri sağlanarak bu tehdit ortadan kaldırılmak istenmiştir.

Uygulama: Uygulama araştırma içinde olan bir öğretmen, araştırmacı veya herhangi biri tarafından gerçekleştirilebilir. Bu durum araştırmanın iç geçerliği için bir tehdittir. Diğer bir uygulama tehdidi ise uygulamayı yapan bireyin bir metoda karşı diğerine göre ön yargısı var ise ortaya çıkmaktadır. Uygulayıcının ön yargılarından uzak bir şekilde araştırmaya başlaması gerekmektedir. Bu çalışmada uygulayıcı araştırmacıdır. Araştırmacı hem nicel araştırma hem de nitel araştırma yöntem ve tekniklerini benimsemiştir. Araştırmacı nicel ve nitel araştırmadaki araştırmacı rollerinin farkında olarak araştırma sürecine başlamıştır.

Leonard (1982) deneysel çalışmalarda bağımlı değişkendeki farklılıkların bağımsız değişkenin manipülasyonundan kaynaklandığını söylemektedir. Fakat, fen dersinde bunu söylemenin zor olduğunu, çünkü öğretmen davranışı, öğrenci davranışı ve ikisinin etkileşimini tamamen kontrol etmenin neredeyse imkânsız olduğunu belirtmiştir. Eğer bağımsız değişken sistematik olarak kontrol edilirse, bağımlı değişkenle ilişkilendirilebileceğini ifade etmiştir. Bu durumun kontrol edilmesine uygulama doğrulaması (treatment verification) denmektedir. Ayrıca, Leonard (1982) bir araştırmacı, verilen yöntemlerin belirli sonuçlara neden olduğunu iddia etmek istiyorsa, yöntemlerin amaçlandığı gibi gerçekleştiğini göstermesi gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada ER

uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını, bilimsel yaratıcılıklarını ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini söyleyebilmek adına verilen eğitimin amaçlandığı gibi gerçekleştiğini göstermek için ders gözlem formları hazırlanmıştır. Ayrıca, dersler video kaydına alınmıştır. Bu gözlem formları her bir ders için (MAGDAIRE modeli aşamalarını içermekte olan) hazırlanmıştır ve gözlem formları Fen Bilgisi Eğitimi'nde uzman bir kişi tarafından doldurulmuştur.

3.6.2. Tek Grup Ön Test-Son Test Deseninde Dış Geçerliği Tehdit Eden Faktörler

Örnekleme Etkisi: Sınırlı bir alandan seçilen katılımcılar, evreni temsil etmeyebilirler. Bu çalışmada nicel araştırmanın sonuçları Ankara'da öğrenim gören FBÖA'lara genellenebilir. Nitel araştırma sonuçları ise araştırmaya dahil edilen katılımcılar için geçerlidir. Nitel araştırmanın sonuçları genelleme amacı yoktur.

Tepkisellik Etkisi ya da Beklentilerin Etkisi: Bir uygulamaya katıldığını bilen katılımcıların veri toplama araçlarına ya da uygulamaya dair edindikleri bilgiler, uygulamadaki davranışlarını etkileyebilir. Bu yüzden katılımcılara veri toplama araçları hakkında bilgi verilmemiştir. Katılımcıların uygulama hakkında bilgileri vardır.

3.6.3. Nitel Araştırmada Geçerlik ve Güvenirlik (Nitel Araştırmanın İnandırıcılığı)

Nitel araştırmanın inandırıcılığı için gerekli stratejiler Tablo 3.19'da özetlenmiştir. Bu araştırmada bu stratejilere şu şekilde dikkat edilmiştir:

Tablo 3.19

Geçerlik ve Güvenirliğin Geliştirilmesi için Stratejiler

Strateji	Tanımı
Üçgenleme	Ortaya çıkan bulguların doğruluk ve gerçekliğinin kontrolü için birden fazla araştırmacı, çoklu veri kaynağı ya da çoklu veri toplama yönteminin kullanılması
Katılımcı Doğrulaması	Verilerin ve belirsiz yorumların onları sağlayan katılımcıların bir bölümüne geri bildirilerek makul olup olmadıkları hakkında görüş alınması
Araştırmacının Konumu veya Yansıtıcılık	Araştırmacının, herhangi bir şekilde incelemeyi etkileme olasılığı bulunan kendi kişisel varsayımları, dünya görüşü, ön yargıları ve kuramsal pozisyonunu ile ilgili olarak kendisi hakkında eleştirel bir muhasebe yapması
Uzman İncelemesi/Değerlendirmesi	Çalışma süreci, ham veriler ile ortaya çıkmaya başlayan bulguların birleriyle örtüşme ve uyumu ve kesin olmayan yorumlarla ilgili olarak meslektaşlarla görüşme ve tartışmalar yapılması
Denetleme Tekniği	Çalışmanın yürütülmesinde kullanılan yöntemler, işlemler ve karar verme durumları hakkında detaylı kayıtlar tutulması
Zengin, Yoğun Tanımlama	Okuyucuların kendi durumları ile araştırılan ortamın birbirleriyle ne derece örtüştüğünü görebilmelerini sağlamak ve böylelikle araştırma bulgularının farklı durumlara nakledilebilirlik derecesini görmek amacıyla çalışmayı belirli bir bağlama oturtmak için gereken detaylı bir tanımlamanın yapılması
Azami Çeşitlilik	Araştırma bulgularının tüketiciler tarafından değişik alanlarda uygulanabilmesine olanak sağlamak amacıyla örneklem seçiminde kasıtlı olarak çeşitlilik ve farklılıkların aranması

Not: “Qualitative research: A guide to design and implementation: Revised and expanded from qualitative research and case study applications in education”, S. B. Merriam, 2009, San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers kaynağından uyarlanmıştır.

Üçgenleme: Bu araştırmada hem yöntem hem de veri üçgenlemesi yapılacaktır. Nicel ve nitel araştırmanın birlikte kullanıldığı bu araştırmada grup görüşmesi, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu, yansıtıcı günlükler ve çeşitli dokümanlar kullanılmıştır.

Katılımcı doğrulaması: Görüşme dökümleri yapıldıktan sonra katılımcıların ilgili bölümlerde ne demek istediklerine dair geri dönüt alınmıştır.

Araştırmacının Konumu: Araştırmacı araştırmaya başlamadan önce nicel ve nitel araştırmadaki araştırmacı rollerinin farkındadır.

Uzman İncelemesi: Hem görüşme formları, değerlendirme rubrikleri oluşturulurken hem de veriler analiz edilirken uzman görüşlerine başvurulmuştur. Nitel verilerin analizi sonucunda oluşturulan kodlar, kategoriler ve temalar Fen Bilgisi Eğitimi'nde uzman bir kişi tarafından incelenmiştir. Dönütler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Denetleme Tekniği: Araştırmanın gidişatı ile ilgili araştırmacı detaylı notlar ve kayıtlar tutmuştur.

Zengin, Yoğun Tanımlama: Araştırmanın farklı durumlara nakledilebilmesi için her aşaması detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

Azami Çeşitlilik: Katılımcıların seçiminde bireysel farklılıklar göz önünde bulundurulacaktır. Bu çalışmada katılımcılar uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu yüzden azami çeşitlilik sağlanamamıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Çoklu yöntem araştırması olarak yürütülen bu çalışmada, eğitsel robotik (ER) uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının (FBÖA'ların) Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi öz-yeterlik inançlarına (Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ), bilimsel yaratıcılıklarına (BY) ve bilgi işlemsel düşünme (BİD) becerilerine etkisi nicel araştırma yaklaşımı kullanılarak belirlenmiştir. FBÖA'ların bu eğitime yönelik deneyimleri, bu eğitimi gelecekte uygulama ile ilgili görüşleri ve eğitim sürecindeki hazırladıkları ders planları ile ilgili hem görüşleri hem de ders planlarının niteliği ise nitel araştırma yaklaşımı kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmanın bu bölümünde, nicel ve nitel verilerin analizinden elde edilen bulgular sunulmaktadır. 1. bölümde nicel verilerin bulguları sunulmaktadır. 2. bölümde FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşlerine, proje ürünlerinin yaratıcılık özelliklerine, bilimsel yaratıcılık becerilerinin değerlendirilmesine, ER öz-yeterlik inançlarının gelişimlerine ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonuna ilişkin bulgular sunulmaktadır. Son bölümde ise FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşlerine ilişkin bulguların özeti sunulmaktadır.

4.1. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnancı, Bilimsel Yaratıcılık ve Bilgi İşlemsel Düşünme Değişkenlerine İlişkin Bulgular

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarına, bilimsel yaratıcılıklarına ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ölçeği ön-test ve son-test ölçümleri, BY ölçeği ön-test ve son-test ölçümleri ve Bilgisayarca Düşünme Ölçeği (BDÖ) ön-test ve son-test ölçümleri ilişkili örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Analizler yapılmadan önce

ilişkili örneklem t-testi varsayımları kontrol edilmiştir. Bu varsayımlardan normal dağılımın olup olmadığını tespit etmek için Shapiro-Wilk, çarpıklık ve basıklık istatistiksel yöntemleri kullanılmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 79). Ayrıca, Sig değerinin ,05'ten büyük olması dağılımın normal olduğunu göstermektedir. Dağılımın normal olması için çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile + 2 arasında olması kabul edilmektedir.

4.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Eğitsel Robotik TPAB Öz-Yeterlik İnançlarına İlişkin Bulgular

İlişkili örneklem t testi normallik varsayımlarından olan Shapiro-Wilk sig. değeri ,149 olup ,05'ten büyüktür. Çarpıklık ve basıklık değerleri -2 ile + 2 arasındadır. Verilerin normal dağılım göstermesiyle ilişkili örneklem t-testinin uygulanması sonucuna ulaşılmıştır. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
Ön-test	29	64,00	29,33	28	-16,12	,000
Son-test	29	194,03	28,25			

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

FBÖA'ların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test ortalamaları Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.1'de verilen ilişkili örneklem t-testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ortalaması ($\bar{X}=194,03$, $s= 28,25$) uygulamadan önceki Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ortalamasından ($\bar{X}=64,00$, $s=29,33$) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 16,117$; $p<,05$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 4,52 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer büyük etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine İlişkin Bulgular

İlişkili örneklem t testi normallik varsayımlarından olan Shapiro-Wilk sig. Değeri ,816 olup ,05'ten büyüktür. Çarpıklık ve basıklık değerleri -2 ile + 2 arasındadır. Verilerin normal dağılım göstermesiyle ilişkili örneklem t-testinin uygulanması sonucuna ulaşılmıştır. BY ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
Ön-test	29	69,66	19,63	28	-3,44	,002
Son-test	29	78,90	16,84			

Not: $p < ,05$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık son test ortalamaları bilimsel yaratıcılık ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.2'de verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki bilimsel yaratıcılık ortalaması ($\bar{X}=78,90$, $s=16,84$) uygulamadan önceki bilimsel yaratıcılık ortalamasından ($\bar{X}=69,66$, $s=19,63$) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 3,44$; $p < ,05$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,6 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değerin orta büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Uygulamadan Önceki ve Sonraki Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine İlişkin Bulgular

İlişkili örneklem t testi normallik varsayımlarından olan Shapiro-Wilk sig. Değeri ,002 olup ,05'ten küçüktür. Merkezi Limit Teoremi, yeterince büyük örneklem sayısı karşılandığında örneklem dağılımlarının değişkenlerin dağılımına bakılmaksızın normal olarak dağıtıldığını ifade etmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007, s. 78). Örneğin, Tabachnick ve Fidell (2007, s. 78) tek değişkenli bir ANOVA'da en az 20 derece hata serbestliği varsa, F testinin değişkenlerin normallik ihlallerine karşı sağlam olduğunu

söylemektedirler. Bu çalışmada örneklem sayısı 29 olduğu için dağılım normal olarak kabul edilmiştir ve ilişkili örneklem t-testinin uygulanması sonucuna ulaşılmıştır. Çarpıklık ve basıklık değerleri de -2 ile + 2 arasındadır. BDÖ ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının BDÖ Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin İlişkili Örneklem T-Testi ile Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
BDÖ Ön-test	29	112,21	14,24	28	-4,24	,000
BDÖ Son-test	29	118,59	15,27			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

FBÖA'ların bilgisayarca düşünme son test ortalamaları bilgisayarca düşünme ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.3'te verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki bilgisayarca düşünme ortalaması ($\bar{X}=118,59$, $s=15,27$) uygulamadan önceki bilgisayarca düşünme ortalamasından ($\bar{X}=112,21$, $s=14,24$) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 4,24$; $p < ,01$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,43 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer orta büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Bilgisayarca düşünme ölçeği algoritmik düşünme, işbirliklilik, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme alt boyutlarından oluşmaktadır. FBÖA'ların bu alt boyutlar bakımından ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin uygulanmadan önceki ile sonraki puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için tekrarlı MANOVA analizi yapılmıştır. MANOVA tekilik (singularity) varsayımı sağlanamamıştır. Bağımlı değişkenler arasında yüksek ilişki bulunduğu için tekrarlı MANOVA analizi yapılmamasına ve ilişkili örneklem t testi yapılmasına karar verilmiştir. Fakat, bu durumda birden fazla analiz yapıldığı için, Tip 1 hata (gerçekte anlamlı bir fark olmamasına rağmen anlamlı bir fark bulma) olma olasılığını azaltmak için daha düşük bir alfa değeri belirlenmesi önerilmektedir (Pallant, 2007, p.287). Bunun için ,05 olan alfa değerinin yapılması istenen analiz sayısına bölünerek Bonferonni ayarlaması yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada 5 ayrı analiz yapılacağı için alfa değeri ,01 olarak belirlenmiştir. Eğer Sig. değeri ,01'den daha küçük ise çalışmanın bulguları anlamlı olarak kabul edilmiştir.

İlişkili örneklem t testleri, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutları olan algoritmik düşünme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, işbirliği ve problem çözme becerilerine etkisini araştırmak için yapılmıştır.

FBÖA'ların algoritmik düşünme ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4

BDÖ Algoritmik Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
AD Ön test	29	22,24	3,81	28	3,46	,002
AD Son test	29	24,07	5,13			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. AD: Algoritmik Düşünme

FBÖA'ların algoritmik düşünme son test ortalamaları algoritmik düşünme ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.4'te verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki algoritmik düşünme ortalaması ($\bar{X} = 24,07$, $s = 5,13$) uygulamadan önceki algoritmik düşünme ortalamasından ($\bar{X} = 22,24$, $s = 3,81$) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 3,46$; $p < ,01$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,41 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer orta büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

FBÖA'ların eleştirel düşünme ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5

BDÖ Eleştirel Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
ED Ön test	29	18,55	3,37	28	3,81	,001
ED Son test	29	20,17	3,34			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. ED: Eleştirel Düşünme

FBÖA'ların eleştirel düşünme son test ortalamaları eleştirel düşünme ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.5'te verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki eleştirel düşünme ortalaması ($\bar{X} = 20,17$, $s = 3,34$) uygulamadan önceki eleştirel düşünme ortalamasından ($\bar{X} = 18,55$, $s = 3,37$) anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28)$

= 3,81; $p < ,01$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,48 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer orta büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

FBÖA'ların yaratıcı düşünme ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.6'da sunulmuştur.

Tablo 4.6

BDÖ Yaratıcı Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
YD Ön test	29	33,14	3,37	28	2,91	,007
YD Son test	29	34,76	3,33			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. YD: Yaratıcı Düşünme

FBÖA'ların yaratıcı düşünme son test ortalamaları yaratıcı düşünme ön test ortalamalarından yüksektir. Tablo 4.6'da verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki yaratıcı düşünme ortalaması ($\bar{X}=34,76$, $s=3,33$) uygulamadan önceki yaratıcı düşünme ortalamasından ($\bar{X}=33,14$, $s=3,37$) anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 2,91$; $p < ,01$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,50 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer orta büyüklükte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

FBÖA'ların işbirlikli düşünme ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7

BDÖ İşbirlikli Düşünme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
İBD Ön test	29	15,55	2,77	28	1,06	,299
İBD Son test	29	16,14	3,51			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. İBD: İşbirlikli Düşünme

FBÖA'ların işbirlikli düşünme son test ortalamaları işbirlikli düşünme ön test ortalamalarından düşüktür. Tablo 4.7'de verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki işbirlikli düşünme ortalaması ($\bar{X}=16,14$, $s=3,51$) ile uygulamadan önceki işbirlikli düşünme ortalaması ($\bar{X}=15,55$, $s=2,77$) arasında anlamlı düzeyde bir fark yoktur, $t(28) = 1,06$; $p > ,01$.

FBÖA'ların problem çözme ön-test son-test ölçümlerinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılmasına yönelik sonuçlar Tablo 4.8'de sunulmuştur.

Tablo 4.8

BDÖ Problem Çözme Alt Boyutuna İlişkin Bulgular

	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
PÇ Ön test	29	22,72	3,45	28	1,51	,143
PÇ Son test	29	23,52	3,38			

Not: $p < ,01$ seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. PÇ: Problem Çözme

FBÖA'ların problem çözme son test ortalamaları problem çözme ön test ortalamalarından düşüktür. Tablo 4.8'de verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki problem çözme ortalaması ($\bar{X}=23,52$, $s= 3,38$) ile uygulamadan önceki problem çözme ortalaması ($\bar{X}=22,72$, $s=3,45$) arasında anlamlı düzeyde bir fark yoktur, $t(28) = 1,51$; $p > ,01$.

Sonuç olarak, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulanmadan önceki ile sonraki eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları, bilimsel yaratıcılıkları ve bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında anlamlı düzeyde bir fark olduğu görülmektedir. Nicel verilerden elde edilen bulguların sonucu olarak, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını, bilimsel yaratıcılıklarını ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği söylenebilir. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin alt boyutlarından sadece işbirlikli düşünmede ve problem çözme becerisinde gelişme olmadığı sonucuna varılmıştır.

4.2. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitime İlişkin Görüşlerine, Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özelliklerine, Yaratıcı Düşünme Becerilerinin ve TPAB Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini, yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimini ve TPAB entegrasyonunu incelemek için grup görüşmesi, yansıtıcı günlükler, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu ve ders planları nitel veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu araştırmada çözümlemesi yapılan grup görüşmeleri, yansıtıcı günlükler ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formu NVivo 12 programına aktarılıp içerik analizine tabi tutularak analiz edilmiştir. FBÖA'ların eğitim süresince tasarladıkları proje ürünleri ve ders planları ise betimsel analiz tekniği ile analiz edilmiştir. Yapılan analizlere göre bulgular ve yorumlar araştırma soruları doğrultusunda sunulmaktadır.

4.2.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Görüşlerine İlişkin Bulgular

Grup görüşmelerinin, yansıtıcı günlüklerin ve ders planlarının analizi sonucunda FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi hakkındaki görüşleri iki tema altında kategorilendirilmiştir. Bu temalar FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşleri ve eğitiminin gelecekte uygulanması ile ilgili görüşleri şeklindedir. FBÖA'ların kendi deneyimlerine ilişkin görüşleri eğitimde yaptıkları tüm Arduino Uno R3'ü tanıtma etkinliklerini ve projeler sürecindeki tecrübelerine ilişkin görüşlerini içermektedir. FBÖA'ların eğitimin gelecekte uygulanması ile ilgili görüşleri ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ileride uygulanması durumunda neler olabileceğini içermektedir. Bu iki temaya ait kategorilere ve kodlara sırasıyla değinilmiştir.

4.2.1.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Görüşleri ile İlgili Bulgular

Grup görüşmelerinin, yansıtıcı günlüklerin ve ders planlarının analizi sonucunda ortaya çıkan tema, kategoriler ve alt kategoriler Tablo 4.9'da sunulmuştur. Alt kategorilere ait kodlar kapsamlı olduğu için alt kategoriler açıklandıktan sonra kodlara ve alt kodlara yer verilmiştir.

Tablo 4.9'da görüldüğü gibi FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecindeki deneyimleri ile ilgili görüşleri 3 kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler eğitim süreci ile ilgili görüşler, eğitimde kullanılan teknolojilere yönelik görüşler ve ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşlerdir.

Tablo 4.9

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Görüşleri

TEMA	KATEGORİ	ALT KATEGORİ
Eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşler	Eğitim süreci ile ilgili görüşler	Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikler hakkındaki görüşler
		Öğretmen adaylarına katkıları hakkındaki görüşler
		Eğitimde güçlü bulunan yönler hakkındaki görüşler
		Eğitimin sınırlılıkları hakkındaki görüşler
		Eğitimde kolay bulunan kısımlar hakkındaki görüşler
		Eğitimde zor bulunan kısımlar hakkındaki görüşler
		Eğitimde sevilen kısımlar hakkındaki görüşler
		Eğitimin verimliliği hakkındaki görüşler
	Eğitimde kullanılan teknolojilere yönelik görüşler	Arduino Uno R3 ile günlük yaşam problemi çözme yeterliği hakkındaki görüşler
		Arduino Uno R3'ü kullanma yetkinliği hakkındaki görüşler
		Edmodo kullanımı hakkındaki görüşler
		Eğitsel robotik aracının kullanımı hakkındaki görüşler
		Fritzing kullanımı hakkındaki görüşler
		mBlock kullanımı hakkındaki görüşler
	Ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşler	Ders planı hazırlarken güçlük çekilen kısımlar hakkındaki görüşler
		Ders planı hazırlarken kolay gelen kısımlar hakkındaki görüşler
		Ders planı hazırlarken destek almak istenilen kısımlar hakkındaki görüşler

4.2.1.1.1. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Süreci ile İlgili Görüşleri

FBÖA'lar yapılan görüşmelerde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci ile ilgili eğitimde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikleri, kendilerine olan katkıları, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü yönleri ve sınırlılıkları, kolay ve zor bulunan yönleri, sevilen yönleri ve verimliliği şeklinde sınıflandırılacak farklı görüşler ortaya koymuşlardır. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim süreci ile ilgili görüşleri aşağıda alt kategoriler halinde sunulmuştur.

4.2.1.1.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecinde Arduino Uno R3 ile Yapılan Etkinlikler Hakkındaki Görüşler

FBÖA'lar, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yaptırılan etkinliklere ilişkin etkinliği yaparken eğlendim ve mutlu oldum ifadelerini kullanmışlardır. El-Cezeri grubundan ve Marie Curie grubundan birer öğretmen adayı etkinlikleri yaparken hoş vakit geçirdiklerini şöyle ifade etmişlerdir:

Derste öğrendiklerimizi anladığımı düşünüyorum ve etkinliklerde kurduğumuz devrelerin (özellikle karanlıkta yanan lamba devresinin) beni şaşırttığını ve eğlendirdiğini düşünüyorum. [YG_MC_2]

Ben bu uygulamaları yapmayı çok istiyorum yani aşırı zevkli ve eğlenceli bir şey. [GG_EC_2]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise etkinlikleri yaparken kendisini rahat ve mutlu hissettiğini şöyle ifade etmiştir:

Bu etkinliği yapmak bana robotiğin günlük yaşantımızda ne kadar çok yer aldığını ayrıca bu tür algılayıcılar sayesinde pek çok akıllı projelere ve teknolojik başarılarla imza atmamız açısından kendimi mutlu ve huzurlu hissediyorum. [YG_SJ_2]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayının görüşüne göre etkinliklerin öz-güveni geliştirdiği anlaşılmaktadır. Öğretmen adayı düşüncesini şöyle belirtmiştir:

Her hafta bir aşama daha yükseldiğimizi düşünüyorum bu yüzden bu etkinlik bana daha büyük şeyler yapabileceğimizi düşündürüyor. [YG_JC_4]

Steve Jobs grubundan bir fen bilgisi öğretmen adayı ise etkinliklerin günlük hayatla ilişkili olmasından dolayı dikkat ve ilgi çekici olduğunu şöyle belirtmiştir:

Yaptığımız iki etkinlik de çok güzeldi (mesafe ve yağmur sensörü) ve günlük hayatımızla bağdaştıracağımız bir sürü örnek vardı. Etkinlikler günlük hayattaki örneklerle ilişki kurduğumuzda daha da dikkat çekici hal aldı. Bu tarz etkinliklerin hepsini öğrenmek isterim ve ufak tefek de olsa kendim evde uyarıcı şeklinde bu devrelerden kurup bazı yerlerde kullanmayı isterdim. [YG_SJ_1]

Steve Jobs grubundan bir fen bilgisi öğretmen adayı etkinliklerin günlük hayatla ilişkili olduğundan bahsetmiştir. Günlük hayatla ilişkili etkinlik yapmaktan da keyif aldığını şu şekilde ifade etmiştir:

Yağmur etkinliği özellikle gerçek hayatta daha kullanılabilir olduğu için çok güzeldi. Park sensörünün başta ters çalışması iyi olmadı ama bunu hocamızdan yardım alarak düzelttik. Artık sensörlerle daha ilgi çeken ve kullanım bakımından günlük hayatla ilişkili etkinlikler yapmak çok güzel. [YG_SJ_3]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı etkinliklerin grupla yapılarak paylaşımında bulunmayı içerdiğini düşünmektedir. Grup çalışması yaparak grup arkadaşlarıyla birlikte yaratıcı fikirler ortaya koymayı gerektiren etkinlikler yapmaktan da keyif aldığını şu ifadelerle betimlemiştir:

Etkinlik hakkındaki düşüncelerim ise hem grup paylaşımı yapıp hem de bir araya gelip yaratıcı fikirler ortaya koymamız oldukça güzeldi. [GG_EC_5]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı Akıllı Sera Tasarımı etkinliğinin STEM'in ne olduğunun anlaşılması bakımından önemli bir yere sahip olduğunu düşünmektedir. Ayrıca fen konularının teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile entegre edilmesini içerdiğinden dolayı önemli olduğunu şöyle vurgulamıştır:

Akıllı Sera Tasarımı etkinliği STEM'in kavranması ve fen konularının entegre edilmesi açısından bence oldukça önemliydi. [YG_SJ_2]

Josephine Cochrane grubundan bir fen bilgisi öğretmen adayı ise eğitimde gerçekleştirilen tüm etkinliklerin STEM eğitimi uygulamalarının anlaşılması bakımından fayda sağladığını şu ifadeyle belirtmiştir:

Yapılan etkinliklerin bizlerin STEM eğitimi uygulamalarını kavrayabilmemiz için yararlı olduğunu düşünüyorum. [GG_JC_4]

Fen bilgisi öğretmen adayları etkinlikleri yaparken olumlu görüşlerini belirtirken tüm öğretmen adayları içerisinde Steve Jobs grubundan sadece bir fen bilgisi öğretmen adayı olumsuz görüşünü şöyle belirtmiştir:

Etkinliklerin ilk haftalara göre zorlaşması, röleyi kullanmak bunlar biraz beni soğuttu. [YG_SJ_4]

Josephine Cochrane grubundan bir fen bilgisi öğretmen adayı etkinlik düzeylerinin zaman geçtikçe zorlaşmasından dolayı zorluk yaşayabileceğini düşünmektedir. Bu düşünce öğretmen adayını endişelendirmektedir ve bu düşüncesini şöyle belirtmiştir:

Uygulamaların gittikçe zorlaşması hoşuma gidiyor fakat bazı konularda eksiklikler yaşarsam ipin ucunu kaçıırım ve konudan koparım diye endişeleniyorum. Bu yüzden grup arkadaşlarımızla beraber mümkünse tek tek deney tahtasında (breadboard) devre kurmaya çalışıyoruz. [YG_JC_4]

4.2.1.1.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Katkıları Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara katkıları ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.10'da sunulmuştur.

Tablo 4.10

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarına Katkıları Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğretmen adaylarına katkıları hakkındaki görüşler	Mesleki bilgi gelişimini sağlama hakkındaki görüşler
	Mesleki beceri gelişimini sağlama hakkındaki görüşler
	Duyuşsal özelliklere etkisi hakkındaki görüşler

Tablo 4.10'a göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara katkısı mesleki bilgi gelişimini sağlama, mesleki beceri gelişimini sağlama ve duyuşsal özelliklere etkisi şeklinde gruplandırılmıştır.

4.2.1.1.1.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki bilgi gelişimini sağladığını grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ifade etmişlerdir. Bu kod ile ilgili bulgular Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.11

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki bilgi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler	Alan bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Pedagoji bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Teknoloji bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.11'de görüldüğü gibi FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde alan bilgisi, pedagoji bilgisi, teknoloji bilgisi ve teknolojik pedagojik alan bilgisi ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir.

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı bir elektrik devresine ne kadar direnç bağlaması gerektiğini öğrendiğini belirtmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ışık şiddeti ile direnç arasındaki bağlantının nasıl olduğunu öğrendiğini belirtmiştir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı şehir elektriğinin nasıl dönüştürüldüğünü öğrendiğini söylemiştir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ise farklı renk tonlarının nasıl elde edildiğini öğrendiğini ifade etmiştir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitimin fen konuları ile ilgili olan alan bilgilerine katkı sağladığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Bir devreye kaç ohm'luk direnç bağlamamız gerektiğini ohm kanununu kullanarak hesapladık ve öğrendik (örneğin; 0.7V 20mA lik bir LED için devreye 215 Ω 'luk bir direç bağlamamız gerekir, $V=I.R$ 'den $(5V-0.7V) = 0.02Ax?$ formülünden direnç 215 Ω olmuş olur) [YG_EC_3]

Bugün ışığa duyarlı devre elemanın özelliklerini gördük ve ışık şiddeti ile direncin ters orantılı olduğunu öğrendik ayrıca fen ve teknoloji dersinde bu bilginin çok işime yarayacağını düşünüyorum örneğin öğrencilerime ışığın fotosentez üzerindeki etkisi ile ilgili bir proje hazırlayıp ışığı bağımsız etken yapıp enerji tasarrufu sağlayabilirim. [YG_T_1]

Şehir elektriğinin daha az akımla çalışan sistemlere nasıl ayarlandığını öğrenmek bende bu konuda da farkındalık yarattı (röle). [YG_JC_4]

Bu dersimizde önceki ders kurulumunu öğrendiğimiz LDR sensörüne RGB bağlayarak farklı renk tonlarını elde edebileceğimizi öğrendik. [YG_K1_1]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların başta elektrik konusu olmakla beraber alan bilgilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmektedir.

Daha sonra, El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı STEM eğitimi, proje tabanlı öğrenme, teknolojinin eğitime entegrasyonu gibi pedagojik konuları öğrendiklerini ifade etmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise yine STEM eğitimi öğrendiklerini belirtmiştir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitimin FBÖA'ların pedagoji bilgilerine katkı sağladığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

STEM eğitime ilişkin bilgiler edindik. Endüstri Devrimi, 21. yy. becerileri, teknoloji entegrasyonu, öğretmen yeterlikleri, STEM eğitimi, mühendislik tasarım süreci, proje tabanlı öğrenme, eğitsel robotik ile ilgili genel olarak tanımlamalar yaptık ve bunların içeriklerini, özelliklerini, avantajlarını ve nerelerde kullanılabileceğini öğrendik. [YG_EC_3]

STEM'in açılımına bile hâkim değildik yani bilmiyorduk. İlk ders STEM'den yani STEM üzerinden ilerledik ve ne olduğunu öğrendik. [YG_T_6]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların STEM eğitimi, 21.yy. becerileri, teknoloji entegrasyonu, mühendislik tasarım süreci, proje tabanlı öğrenme yöntemi, eğitsel robotiğin fen eğitiminde kullanılması gibi konularda pedagojik bilgilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmektedir.

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı Arduino Uno R3 kartını ve özelliklerini öğrendiklerini ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı sanal sınıf platformu olan Edmodo'yu, devre çizim programı olan Fritzing'i öğrendiklerini belirtmişlerdir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitimin FBÖA'ların teknoloji bilgilerine katkı sağladığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Arduino'nun fiziksel programlama platformu olduğunu öğrendim. Dijital sinyalin aç-kapa olduğunu, analog sinyalin ara değerler aldığını öğrendim. Robotik sistem sayesinde analog ve digital sinyallerle, sensörlerden gelen sinyalleri kullanarak, çevresiyle etkileşim içerisinde olan robotlar ve sistemler tasarlanabileceğini öğrendim. Arduino kitlerini inceledik. Kodlamanın ne olduğunu ne işe yaradığını öğrendim. Arduino kullanılarak ısı yakıp söndürülebilir, motor çalıştırılabilir olduğunu öğrendim. Kitlerin içerisindeki malzemeleri inceledik. Her birinin ne işe yaradığını öğrendim. Kit içerisinde LED, bread board, direnç, buzzer (siren), Arduino Uno gibi birçok malzeme vardı. [YG_EC_1]

Edmodo'yu kullanmayı öğrendik. Öğrenci olarak nasıl kayıt olacağımızı, ödev yüklemeyi, kaydetmeyi nasıl yapacağımızı öğrendik. Fritzing programında devre yapmayı öğrendik. LED devresi kurmayı ve kaydetmeyi, kablo düzenlemeyi ve renklendirmeyi gördük. [YG_MC_3]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde FBÖA'lar Arduino Uno R3 kartı, Edmodo ve Fritzing teknolojileri hakkında bilgi sahibi oldukları görülmektedir.

Son olarak, Tesla grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı teknolojiyi ve mühendislik tasarım sürecini fen eğitimine nasıl entegre edeceklerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitimin FBÖA'ların teknolojik pedagojik alan bilgilerine katkı sağladığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Teorik alanda olan bilgilerimin üzerine teknoloji ve mühendisliği de ekleyerek daha etkili ve eğlenceli bir ders anlatacağıma inanıyorum. Bu alanda geliştiğimi düşünüyorum. Teknoloji bilimin olmazsa olmazıdır. Bunları öğrenmek beni her alanda geliştirecektir. [YG_T_4]

Konulara entegre edebilmeyi öğrendik. Mesela bizim K2_1 ile projemizde karbon monoksit gazını kullanma vardı. Böyle bir eğitim almasaydım karbon monoksit gazının sadece zehirli olduğunu, günlük hayatımda sadece haberler ile örnek verebilirdim. Ama bunu günlük hayattan bir örnek ile verip sınıfa getirip artık bir şeyin içine entegre etmeyi, bununla ilgili proje yaptırmayı, yani bir sürü şekilde düşünmeyi, bilimsel yollar ile düşünmeyi bana kazandırdığını düşünüyorum. [GG_K2_2]

4.2.1.1.1.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Beceri Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini aldıktan sonra mesleki olarak neler yapabilecekleri hakkında görüşlerini ifade etmişlerdir. Bu görüşlerine göre öğretmen adaylarının öğrencilerin becerilerini geliştirebileceklerini ve kendi becerilerinin geliştiğini, dersi günlük hayatla ilişkilendirebileceklerini, eğitsel robotik ile ilgili etkinlik yaptırabileceklerini, fen dersinin kazanımlarının farkında olduklarını, STEM entegrasyonu yapabileceklerini, problem durumunu belirleyebileceklerini, proje tabanlı öğretim yöntemini kullanabileceklerini, eğitsel robotik ile ilgili proje yatırabileceklerini, projelerle ilgili farkındalık sağlayabileceklerini, rehberlik yapabileceklerini, teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) entegrasyonu yapabileceklerini, estetik düşünebildiklerini, günlük yazabileceklerini ve eğitimin kalıcı öğrenmeyi, uygulama yapmayı, üretken birey olmalarını, zamanı etkin kullanmalarını ve sunum yapmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı görülmektedir. Bu kod ile ilgili bulgular Tablo 4.12'de sunulmuştur.

Tablo 4.12

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Beceri Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki beceri gelişimini sağlama hakkındaki görüşler- Öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme hakkındaki görüşler	Öğrencilerin beceri gelişimini sağlama hakkındaki görüşler
	Dersi günlük hayatla ilişkilendirme hakkındaki görüşler
	Etkinlik yaptırma hakkındaki görüşler
	Fen dersi kazanımlarının farkında olma hakkındaki görüşler
	STEM entegrasyonu yapma hakkındaki görüşler
	Problem durumu belirleme hakkındaki görüşler
	Proje tabanlı öğretim yöntemini kullanma hakkındaki görüşler
	Proje yaptırma hakkındaki görüşler
	Eğitsel robotik projeleri ile ilgili farkındalık sağlama hakkındaki görüşler
	Rehberlik yapma hakkındaki görüşler
	Teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu yapma hakkındaki görüşler
	Estetik düşünmeyi sağlama hakkındaki görüşler
	Günlük yazmayı sağlama hakkındaki görüşler
	Kalıcı öğrenmeyi sağlama hakkındaki görüşler
	Uygulama yapmayı sağlama hakkındaki görüşler
	Üretken birey olmayı sağlama hakkındaki görüşler
	Zamanı etkin kullanmayı sağlama hakkındaki görüşler
	Sunum yapmayı sağlama hakkındaki görüşler

Tesla grubundan bir öğretmen adayı son zamanlardaki eğitim sisteminde öğrencilerin beceri gelişiminin sağlanamadığını belirtmiştir. Öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini aldıktan sonra ileride kendi öğrencilerinin birtakım becerilerini geliştirebileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayının bu sözlerinden bu eğitimle öğrencilerin becerilerini geliştirebilecekleri dolayısıyla mesleki beceri anlamında gelişimine katkı sağlandığı görülmüştür. Öğretmen adayı bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Öncelikle şu anki eğitim sisteminde dersler sözel olarak anlatılıyor. Öğrencilerin ne problem çözmeye ne de karar verme becerileri gelişiyor. Atanırsak inşallah meslek hayatımızda bu eğitimde gördüklerimizi uygulayarak öğrencilerin problem çözmeye ve karar verme becerilerini geliştirebileceğimizi düşünüyoruz. [GG_T_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin kendi beceri gelişimlerini sağladığını grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ifade etmişlerdir. Bu becerilerle ilgili bulgular Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.13

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Beceri Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin beceri gelişimini sağlama hakkındaki görüşler	Beceri Gelişimini Sağlama Hakkındaki Görüşlere ilişkin Alt Kodlar
	Bilimsel yaratıcı düşünme becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	✓ Özellik (Akıcılık, Esneklik, Orijinallik)
	✓ Süreç (Düşünme)
	✓ Ürün (Ürün geliştirme)
	Bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	✓ Soyutlama
	✓ Ayırıştırma
	✓ Değerlendirme
	✓ Algoritmik düşünme
	✓ Genelleme
	✓ Hata ayıklama
	✓ Örüntü tanıma
	Eleştirel düşünme becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	✓ Sorunu tanıma
	✓ Sorunun çözümü için uygun bilgileri toplama ve seçme
	✓ İlgili ve sonuca götürücü varsayımları seçme ve formüle etme
	✓ Geçerli sonuçları çıkarma ve sonuçların geçerliğini tartışma
	İşbirlikli düşünme becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	Problem çözme becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	İletişim kurma becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	Araştırma becerisini geliştirme hakkındaki görüşler
	El becerisini geliştirme hakkındaki görüşler

Tablo 4.13'te ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşünme, bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme, problem çözme, iletişim kurma, araştırma ve el becerilerinin gelişimine katkı sağladığı görülmektedir.

FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşünme becerileri ile ilgili görüşleri Bilimsel Yapı Yaratıcılık Modeli'nin (Hu ve Adey, 2002) özellik, ürün ve süreç boyutlarına göre sınıflandırılmıştır. FBÖA'lar özellik boyutunun sırasıyla akıcılık, esneklik ve orijinallik alt boyutlarına vurgu yapmışlardır.

Marie Curie grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinin bilimsel yaratıcılıklarına katkı sağladığını bilimsel yaratıcılığın akıcılık ve esneklik özelliğine vurgu yaparak açıklamıştır. Marie Curie grubu bilimsel yaratıcılıkla ilgili bu görüşlerini şu şekilde belirtmiştir:

Ben Arduino kullanırken daha fazla fikir üretebiliyorum bir problem karşısında. Mesela bugün etkinlikleri yaparken de fark ettim daha çok düşünebiliyorum. [GG_MC_3]

Proje yapmak demek yani sadece bir insanın matematiği iyi olabilir ya da söze iyi olabilir. Ama günlük hayattan bir sorunla karşı karşıya geldiği zaman ne yapacağını bilemez insanlar ya da tek bir çözüm yolu düşünür. Mesela bazı insanlar vardır kafalarında bir yol vardır ve bir tek ona

odaklanırlar. Ama bu çalışmalarda bir sorunun birçok çözüm yolu olabileceğini birçok farklı yönden bakabileceğimizi yani bunu bize kazandırdığını düşünüyorum. [GG_MC_2]

Tesla grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinin bilimsel yaratıcılıklarına katkı sağladığını bilimsel yaratıcılığın esneklik özelliğine vurgu yaparak şöyle açıklamıştır:

T_2: Tek bir yönden değil de birçok yönden probleme yaklaşmayı gördük hepimiz bir grup çalışması olduğu için herkes bir fikir sundu.

T_4: Farklı bakış açıları olduğu için o yönden bakabildik tek bir yönden değerlendirmedik problemi. Farklı açılardan bakabilmeyi, ne olursa olsun bitirmeye odaklanmamız gerektiğini öğrendik. [GG_T]

Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı akıllı sera tasarımı projesi ile akıllı şehir tasarımı projesini karşılaştırarak, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinde bilimsel yaratıcılıklarının gelişmesini bilimsel yaratıcılığın orijinallik özelliğine vurgu yaparak açıklamışlardır:

Akıllı şehir tasarımında illaki bir çerçevenin içinde değildik o yüzden çok özgün bir proje çıkardığımızı düşünüyorum. Geliştirdi de yani akıllı sera tasarımına göre. [GG_MC_1]

Mesela akıllı sera tasarımında diğer gruplarda çok birebirdi. Tüm grupların aynıydı, ama akıllı şehirlerde daha orijinal fikirler bulundu bence. [GG_SJ_5]

Orjinal düşünmesinin geliştiğini düşünenlerin aksine Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinde özgün düşünme konusunda gelişmediğini daha önceden de özgün düşünebildiğini söylemiştir. Öğretmen adayı görüşünü aşağıdaki gibi belirtmiştir:

Birden fazla konuyu aynı anda düşünebilme konusu belki de. Biz ne yaptık farklı sensörler kullandık. Aynı anda farklı şeyleri birbirine entegre ettik. Bu açıdan olabilir. Özgün düşünme konusunda yok. Yine ben özgün düşünebilen bir kişiydim zaten. Öyle düşünüyorum. [GG_K1_3]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinin bilimsel yaratıcılığın ürün boyutunun problem çözümüne yönelik ürün geliştirmede katkısı olduğunu şöyle ifade etmiştir:

Daha çok fikir üretebiliyorum normalde bir teorik ders olsa mesela ya da başka bir ders olsa uygulama dersinde bile, mesela laboratuvarda bile, olsak nasıl yapmamız gerektiği belli başka bir yolu yok yani alternatif bulamam. Ama bunda bulabiliyorsunuz o yüzden daha özgür bir şeyler yaptığını hissedebiliyorsunuz. Kendin bir şey ürettiğini hissedebiliyorsun o çok önemli. [GG_MC_1]

Bilimsel yaratıcılığın bu iki boyutunun yanı sıra, Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinin bilimsel yaratıcılığın süreç boyutunun düşünme alt boyutuna katkısını şöyle ifade etmişlerdir:

Eğitimi almaya başladığımızdan beri dış dünyaya karşı algım açıldı. Ve nerede yanıp sönen ya da ışıklarla yapılan bir görsel şov ya da sensörler görsem aklıma bunun kodlaması böyle mi yapılmıştır acaba diye düşünceler geliyor. [YG_T_3]

Eğitimi aldıktan sonra mesela ben otobüste giderken bakıyordum işte buraya bu sensör konulabilir yani ciddi anlamda düşünmemin, algımın açıldığını fark ettim. Yani insan düşünme

düşüne hani çözüm ürete ürete bu sefer her yere her şeye farklı bakış açısıyla bakıyor.
[GG_JC_2]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık becerilerinin her boyutunda katkısı olduğu görülmektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerilerine katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı bilgi işlemsel düşünme becerisinin soyutlama (abstraction) alt boyutuna sağladığı katkıyı şöyle ifade etmiştir:

Zaten sorunu tanımlamak çözmekten daha zor. Asıl mesele sorunu tanımlamak. O mesela benim için bir avantajdı bu eğitimde. [GG_SJ_3]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin ayrıştırma (decomposition) alt boyutuna sağladığı katkıyı şöyle belirtmiştir:

Ne yapmak istiyoruz? Nasıl hareket etsin istiyoruz hani kodlamayı yaptıktan sonra, onu düşünüyoruz. Daha sonra hangi işte sensorları kullanacağımızı düşünüyoruz. İşte nem sensörü, su motoru gibi. Nasıl yerleştireceğimizi düşünüyoruz. Yerleştirdikten sonra hani değer okutmamız gerekiyorsa hani ne değerlerde uygun oluyor diye düşünüyoruz. [GG_EC_3]

El-Cezeri grubundan iki farklı öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin değerlendirme (evaluation) alt boyutuna sağladığı katkıyı ise şu ifade ile belirtmişlerdir:

Prototipi test ettik. Dönütlere göre yeniden prototipi tasarladık. [GG_EC_1]

Arduino Uno R3 yardımı ile bilgisayar da yaptığımız kodu tanıttık ama sistemimiz çalışmadı. Nedenini düşündük ve dirençten kaynaklandığına karar verdik. Başka bir direnç denedik ama yine çalışmadı. Devreden direnci çıkarttık ve tekrar denedik, bu sefer kodumuzda verdiğimiz direktif gibi buzzer 1 saniye çaldı 1 saniye sustu. Direncimizin yüksek geldiğini anladık ve onu devre dışı bıraktık. [YG_EC_2]

Josephine Cochrane grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin algoritmik düşünme (algorithmic thinking) alt boyutuna sağladığı katkıyı şöyle ifade etmiştir:

JC_2: Önce bir bunu nasıl çalıştırmalıyız, hangi adımları takip etmeliyiz diye düşünüyoruz...

JC_4: Mesela işte bir siren kullanıyorsak neye göre çalacak neye göre çalmayacak, bunu probleme göre nasıl tasarlamamız gerekiyor.

JC_1: Hangi aralıklara göre.

JC_4: Ondan sonra ona göre kodlama yapıyoruz. Yani mesela hareket sensöründe eğer sireni kullanacaksak ne kadar mesafeye yaklaşınca ötecek ne kadar uzaklaşınca susacak, işte bunu kafamızda tasarlıyoruz, sonra bunu uygulamaya döküyoruz.

JC_2: Daha öncesinde bir çözüm üretirken çok belli bir adımları takip etmiyorduk, artık bu eğitimle daha düzenli adımlarla ilerliyoruz, mesela hani diyelim önceki hayatımızda bu algoritma düşünme becerisi farkında olmadan sahip olduğumuz bir beceriydi belki de daha karışık adımlar izlerken şimdi bu düşünme becerisini edindikten sonra daha sistematik şekilde ilerliyoruz. [GG_JC]

Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin genelleme (generalisation) alt boyutuna sağladığı katkıyı ise şöyle belirtmişlerdir:

Öğretmen olduğumda karanlıkta yanan lambayı sınıfımda aktif bir şekilde sağlayabilirim. Eğer okulum eski bir okul olursa sınıfımda ışıkları yakmak yerine alkışla ya da belli bir adımla ışıkların yanmasını sağlayabilirim. Okulun karanlık olduğu lavabo ve vb yerde de karanlığa duyarlı olarak bunu kullanabilirim. [YG_T_6]

Ben de daha farklı bakıyorum artık. Bu benim için sadece bir telefonda önceden. Şimdi çalışma prensiplerini düşünüyorum. En basitinden arabada mesela şey söylemişim ilk kemeri takmadığın zaman ötmesi. Şöyle düşünüyorum bizim kayığımız var mesela dışarıda oluyor yağmur yağdığı zaman ıslanıyor. Tahtadan olduğu için boyası falan kabarıyor. Onun için bir şey düşünüyorum olur mu bilmiyorum ama benim dayım da mühendis mesela. Bir proje geliştirmesi için onu da söyleyeceğim. Mesela mesafe sensörü olabilir. Yağmur yağdığında kayıkhanenin kapıları açılıp tekrar içeri girebilir kayak. Farklı şeyler düşünmemi sağladı yani. Bir proje değil de kendi hayatım üzerinde düşünmemi sağladı. [GG_MC_3]

Bahsedilen bu alt boyutların yanı sıra, El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin başlarında bilgi işlemsel düşünme becerisinin alt boyutu olan hata ayıklamayı (testing and debugging) yardım alarak yaptıklarını belirtirken,

Devreyi (LDR-LED) kurarken bazı yerlerde hata yaptık fakat daha sonra hocamızdan yardım alarak hatalarımızı düzelttik. [YG_EC_3]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci ilerledikçe hata ayıklamayı kendilerinin yaptıklarını belirtmiştir. Kepler 2 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin hata ayıklama alt boyutuna sağladığı katkıyı ise şu ifade ile belirtmişlerdir:

Hocam hata bulmayı akıllı şehir projesine kadar yapmamıştık, akıllı şehir projesinde yaptık. İlk gaz sensörünü çalıştırmadık mesela sizi çağıracaktık aslında, dersiniz varmış. Biz kendimiz bulduk hatamızı düzelttik sonra. [GG_K2_2]

Algoritmayı oluştururken bir hatamız oldu. Bu hatayı deneyerek düzelttik. Burada hata algoritmayı yazmadan kaynaklanıyordu. Bir yerinde yapılan hata devreyi istediğimiz gibi çalışmasına engel oldu ve grup arkadaşlarımla düşünüp tekrar algoritmayı yazarak hatayı düzelttik. [YG_T_6]

Son olarak, Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerisinin örüntü tanıma (pattern recognition) alt boyutuna sağladığı katkıyı şu ifadeler ile belirtmiştir:

Birinci devremizi başarılı bir şekilde kurup çalıştırdıktan sonra LED yerine siren kullanarak tekrar devre kurmamız istendi. Bu devrede tek fark LED yerine siren bağlamak olduğundan zorluk çekmeden devreyi kurduk ve bilgisayarda yazdığımız kod ile yeni devremizi çalıştırdık. [YG_K1_3]

Önceden yaptığımız kodlamalardan çok faydalandık. Örnek teşkil etti. Sadece direkt yazmadık da önceden de mesafe sensörü ve buzzer'ı kullanmıştık. Orda kullandıklarımızı buraya entegre ettik. Aslında oradan örnek aldık biz. [GG_K1_1]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerisinin her boyutunda katkısı olduğu görülmektedir.

Bilimsel yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin yanı sıra FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerilerine katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Kepler 2 gurubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisinin sorunu tanıma alt boyutuna sağladığı katkıyı şöyle ifade etmiştir:

Arduino'dan sonra bazı şeylerin bağlantılarının temelinde ne olduğunun içindeki sistem düzeniğinin nasıl ilerlediğini kafamda daha iyi oturdu. Evde mesela ketil bozulsa neden bozulduğunu artık daha sistematik bir şekilde düşünebilirim. Açılıp kapanan lambada bir sorun olduğunda onun için farklı farklı eleştirilerle yaklaşabilirim. İşte lamba bozulmuştur, hareket sensöründe sorun vardır. Bu şekilde eleştirel düşünme becerimi geliştirdiğini düşünüyorum. Önceden bu kadar değildi. [GG_K2_2]

Steve Jobs gurubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisinin sorunun çözümü için uygun bilgileri toplama ve seçme alt boyutuna sağladığı katkıyı şu şekilde açıklamıştır:

Yani eleştirel düşünme becerisi, mesela özellikle sorunun çözümü için uygun bilgileri toplama, seçme ve fikir üretme bu konularda faydası oldu. [GG_SJ_4]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisinin ilgili ve sonuca götürücü varsayımları seçme ve formüle etme alt boyutuna sağladığı katkıyı şöyle açıklamıştır:

Aslında bulduğumuz çözümleri de eleştirdik çözümlere bakarak dedik ki bu çözüm buna uygun mudur? Eğer biz seranın içine lamba koyarsak lamba hem ışık hem ısı kaynağı olabilir mi yoksa başka bir ısı kaynağı mı koymamız gerekiyor. Lamba koymamız bizim için yeterli mi yeterli ise o zaman sadece lamba koyalım. Taradık hepsini onların hepsini düşünüp ona göre yapılandırdık. Başka projeler de düşündük çözüm önerileri düşündük ama nerede uygulanabilir dedik ama sonra en çok uygulanabilir olan en mantıklı olanı seçtik. [GG_MC_1]

Son olarak, Tesla grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisinin geçerli sonuçları çıkarma ve sonuçların geçerliğini tartışma alt boyutuna sağladığı katkıyı şu ifadelerle ile belirtmiştir:

T3: Hep birlikte sorunu düşünmeye başladık problem durumunu verdiniz. Herkes düşündü bulduğu fikirlerini yöneltti olabilirliğini ve olamayacağını konuştuk.
T5: Olmayacaksa neden olmayacağını dile getirdik.
T2: Hepsini içimizde konuştuk hani bu bir senin fikrin değilmiş gibi değil de bir grubun fikri gibi.
T5: Birlikte karar verdik.
T4: Bu ne kadar saçma bir şey, fikir demedik. [GG_T]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisinin yapılandırılmış ve

yapılandırılmamış varsayımları tanıma boyutu dışındaki her boyutunda katkısı olduğunu belirtmişlerdir.

Bir diğer beceri olarak FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin işbirlikli düşünme becerisini kazandırdığını söylemişlerdir. Tesla grubu, Marie Curie grubundan, Josephine Cochrane grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı işbirlikli düşünme becerisi bakımından geliştiklerini şöyle ifade etmişlerdir:

T1: Bence grupta çalışma becerimiz gelişti.

T6: Yapamadığımız bir şeyi üç kere de olsa anlattılar grup arkadaşlarımız. Bu da önemli bir şey sen anlamadın hadi geç gibi değil de birbirimize zaman ayırdık.

T5: Birimizin eksikliği varsa diğeri kapattı.

T4: Biri kodlama yapıyordu biri devre kurmada sorun yaşasa onu çağırıyordu o gidiyordu. Senin yerine ben geçeyim deyip birbirimizin eksiklerini gideriyorduk. Ya da yapamadığı için kimse kimseye kızmadı kimse az emek göstermedi. Herkes yapmak istediği için yaptı.

T1: Bir de şey çok oldu ben biraz zorlanıyordum bu devre kurmada. T4'e özellikle teşekkür ediyorum. T4'e sesli anlatır mısın diyordum baştan GND'yi şey yapıyoruz böyle yapıyoruz falan sesli anlattı.

T3: Hep böyle kurduk devreleri. Kim devreyi kurarsa diğerlerine anlatıyordu ki sadece biri yapmış olmasın. Diğerleri de bilsin diye. [GG_T]

Grup çalışmasında katkısı oldu hocam. Şeyi de gördüm. Grup çalışması yaptığın zaman insanlarla nasıl görev paylaşımı yapman gerektiğini yapılmadığı zaman nasıl yaklaşmam gerektiğini sorun değil çözüm odaklı olmak gerektiğini öğrendim. Bu anlamda geliştim. [GG_MC_2]

Hocam bir de artısı grup çalışması olabilir. Grup çalışmasını da nasıl aktif bir şekilde çalışmasını yani grup çalışması nasıl olmalı, toplumsal çevre ve bireysel olarak bunu katmıştır bize. [GG_JC_3]

Grup çalışmasında katkısı oldu aslında. İnsanların "Ay buna kırılır mı?" demek yerine proje bu, yapmamız gerekiyor, senin bunu yapman gerekiyor. Ben bunu yapıyorsam senin de bunu yapman gerekiyor. Grup çalışmasında herkesi sevmeyebiliriz ama saygı duymak zorunda olduğumuzu daha iyi kavradık aslında. Bize artıları olduğunu düşünüyorum. [GG_K2_2]

Kepler 1 grubundan, El-Cezeri grubundan ve Steve Jobs grubundan öğretmen adayları, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların işbirlikli düşünme becerilerine katkı sağlamadığını belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Önceden de yeterliydik. Yani grup çalışmasında hep iyi olduğumuzu düşünüyorum. [GG_EC_2]

Ben de aynı şekilde. Önceden de yeterliydim. Yani grup çalışmasında hep iyi olduğumu düşünüyorum. Şu anda da öyle oldu bence. [GG_EC_1]

Hani çok böyle takım çalışmasını geliştirmedim benim için. Orta düzeyde. [GG_SJ_2]

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların işbirlikli düşünme becerilerine hem katkısı olduğu hem de olmadığı düşünülmektedir.

Bilimsel yaratıcı düşünme, bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme becerilerinden farklı olarak FBÖA'lar, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin problem çözme becerilerine katkı sağladığını söylemişlerdir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı

eğitimden önce sorunlara çözüm bulamazken eğitimden sonra sorunlara çözüm bulabileceklerini belirtmiştir. Öğretmen adayı bu görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Aslında en başta dediğimiz şeye dönüyor hocam. Önceden ben mesela karbon monoksit zehirlenmeleri ile ilgili bir problemi çözümlemeyi üretmeyi düşünmemiştik ama bu projeyi gördükten sonra, sensörleri gördükten sonra aslında ülkemizde çok sorun olan, çünkü kışları gerçekten soba kullanılan evlerde zehirlenmeler oluyor, bunun önüne geçebileceğimizi, yani sorunlara artık çözüm üretebilecek gözle bakabiliyoruz. [GG_K2_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin iletişim kurma becerilerine de katkısı olduğunu ifade etmişlerdir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin sınıftaki diğer arkadaşlarıyla iletişim kurmalarında katkısı olduğunu şöyle belirtmiştir:

Grup çalışmasında herkesi sevmeyebiliriz ama saygı duymak zorunda olduğumuzu daha iyi kavradık aslında. Tabi ki sınıf içerisinde bölündük, ama bize artıları olduğunu düşünüyorum. Aslında iletişimimize katkısı oldu. [GG_K2_2]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin ayrıca araştırma becerisini geliştirdiği belirtilmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimle farkında olmadıkları sitelere ve fikirlere araştırma yaparak ulaşabildiklerini ifade etmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle belirtmiştir:

Araştırma becerimiz de gelişti bence. Şahsen hiç haberim olmayan şeyler gördüm. Siteler kurmuşlar fikirler paylaşıyorlar. Bunlara ulaştım aslında çok şey var ama biz çok azının farkındayız. Bu anlamda farkındalık da yarattığını düşünüyorum. [GG_T_3]

Son olarak, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin el becerilerini geliştirdiğini söylemişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı motor beceriler gerektiren etkinlikler yaptıklarından dolayı el becerilerinin geliştiğini açıklamıştır. Öğretmen adayı el becerilerindeki bu gelişimi şu şekilde ifade etmiştir:

Hem motor beceriler kazandık hani ciddi anlamda elimizi kullanabilmeyi öğrendik. O ampulü bağlamak, röleyi kullanmak, elektrikle çalışma yaptık. Kısa devre yapmaması için gereken önlemler açısından da bilgi sahibi olduk. Bence hem kas becerilerimiz geliştiği için hem de bakış açımız geliştiği için ciddi katkısı oldu yani. [GG_JC_2]

Sonuç olarak, grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık, bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme, problem çözme, iletişim kurma, araştırma ve el becerilerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir.

Mesleki beceri gelişimini sağlama koduna ait bir diğer alt kod ise dersi günlük hayatla ilişkilendirmedir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı derslerde yaptıkları etkinliklerde günlük yaşamla bağlantı kurmadıklarını fakat ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi aldıktan sonra derslerini günlük yaşam ile ilişkilendirebildiğini söylemiştir. Öğretmen adayının bu düşüncelerinden bu eğitim sayesinde dersleri günlük yaşamla

ilişkilendirebilecekleri dolayısıyla mesleki beceri anlamında gelişimlerine katkı sunulduğu düşünülmektedir. Öğretmen adayı bu görüşünü şöyle ifade etmiştir:

Mesela etkinlikleri yaparken normal teorik dersi alırken teoride kalıyordu. Günlük hayat ile ilişkilendirebileceğimizi düşünmüyorduk. Ama bu dersi alıp projeler yapmaya başlayıp, günlük hayattan problemler düşününce aslında karşımıza çıkan her şeyi bu şekilde halledebileceğimizi düşündük. Dersimi artık günlük hayatta daha çok ilişkilendirebiliyorum. Önceden bu kadar çok değildi. [GG_K2_2]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde günlük yaşamda karşılaşılan sorunlarla ilgili etkinlikler yaptıklarını belirtmiştir. Öğretmen adayı eğitimde yapılan bu etkinlikleri kendi öğrencilerine yaptırabilmeleri açısından geliştiklerini ifade etmiştir. Öğretmen adayının bu görüşünden bu eğitim sayesinde günlük yaşamla ilişkilendirebilecekleri etkinlikler yaptırabilecekleri dolayısıyla mesleki beceri anlamında gelişimlerine katkı sağlandığı düşünülmektedir. Öğretmen adayı bu düşüncesini şöyle ifade etmiştir:

Günlük hayatta yaşadığımız sorunlara yönelik fen bilgisi ile ilgili etkinlikler yaptık. Öğrencilere bu çeşitli etkinlikleri yaptırmak, onlara bunları anlatmak açısından bizi ilerletti. [GG_K1_3]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini aldıktan sonra fen bilimleri dersleri kazanımlarını sıklıkla incelediklerini ve her yönüyle daha iyi anladıklarını belirtmiştir. Öğretmen adayının bu sözünden bu eğitimle fen bilimleri kazanımlarını daha sık inceleme fırsatı oldukları ve daha hâkim oldukları görülmüştür. Bu durum da mesleki açıdan kazanımlar sağlamıştır. Öğretmen adayı bu düşüncesini şu ifadelerle belirtmiştir:

Bu sayede hani şunu çok iyi öğrenmiş olduk. Fen konularının kazanımlarına çok sık bakmıyorduk, ben artık çok sık bakıyorum mesela bunları iyi kavramış olduk. Bunun bize katkısı olduğunu düşünüyorum. [GG_SJ_4]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaptıkları uygulamalarla fen konularını teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile bütünleştirebileceğini ve bu anlamda gelişme gösterdiğini ifade etmiştir. Bu eğitimin FBÖA'lara STEM entegrasyonu yapabilmeyi sağladığından FBÖA'ların mesleki beceri gelişimlerine katkı sunduğu düşünülmektedir. Öğretmen adayı sağlanan bu katkıyı şu sözleriyle betimlemiştir:

Öğretmen olarak bu tip uygulamaları fen konusunda yer alan örneğin mesela fotosentez konusunda vs. çeşitli sensörlerle deney düzeneklerinde STEM entegrasyonu yaparak kullanmayı düşünüyorum. Bu konuda geliştığımızı düşünüyorum. [YG_SJ_2]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı derslerinde yapacağı etkinliklerde problem durumu oluşturması konusunda eğitimin yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bu eğitimin FBÖA'lara

problem durumu belirleyebilmeyi sağladığından FBÖA'ların mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığı görülmüştür. Öğretmen adayı sağlanan bu katkıyı şu sözleriyle betimlemiştir:

Problem tasarımı üretirken onların çözümlerine yönelik çünkü ben de katkıda bulunacağım. Problemi ben sunacağım öğrencilere. Ben yapacağım aslında hani en azından problemleri belirleme kısmında bize da faydaları oldu diye düşünüyorum. [GG_K1_1]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğrencilere yaparak öğrenmeyi sağlamaları açısından proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanmayı düşündüğünü ifade etmiştir. Bu eğitimin FBÖA'lara proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanabilmeyi sağlamasından dolayı FBÖA'ların mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığı görülmüştür. Öğretmen adayı sağlanan bu katkıyı şu şekilde belirtmiştir:

Hangi konuda katkısı olduğunu düşünüyorum. Mesela proje tabanlı eğitimde çok katkısı oldu. Çocuklara ileride sadece hani ders anlatmak değil de sunuş yoluyla, onlara bir şeyler yaptırabilmek, özgün düşüncelerini kazandırabilmek amacıyla kullanırım katkısı oldu bu anlamda. [GG_K1_2]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise kazanımlara uygun projeler yapabileceğini belirtmiştir. Öğretmen adayı öğrencilere de projeler yaptırarak yarışmalara katılabileceklerini ifade etmiştir. Öğretmen adayının bu sözünden bu eğitimi aldıktan sonra öğrencilere projeler yaptırabileceği görülmüştür. Bu durum da mesleki beceri açısından kazanımlar sağlamıştır. Öğretmen adayı bu düşüncesini şu şekilde belirtmiştir:

Her türlü kazanımla ilgili bir şey yapılabilir. Biz de öyle hani araştırırken, buradan ben de her kazanıma uygun bir proje yapabilirim mesela. O yüzden okulda çok rahat kullanabilirim. Bir de ben yarışmalara meraklıyım. Bunlarla yarışmalara çok güzel projeler yaptırabilirim mesela. [GG_SJ_3]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı eğitsel robotik ile ilgili yapılabilecek projeler hakkında bilgi sahibi olduğunu söylemiştir. Öğretmen adayının bu sözünden bu eğitimin FBÖA'ları eğitsel robotik projelerinden haberdar etmesi onlara mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığını göstermektedir. Öğretmen adayı bu düşüncesini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

İleride öğrencilere eğitsel robotik ile ilgili yaptırabileceğim projelerle ilgili de farkındalık yarattığını düşünüyorum. [YG_JC_4]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğrencilere problemlere çözümler üretirken yol gösterme konusunda geliştiklerini ifade etmiştir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ise yine bu eğitim sayesinde öğrenciler bir probleme çözüm ararken onları yönlendirebileceklerini düşünmektedir. FBÖA'ların bu düşüncelerinden bu eğitimin onlara rehberlik etme konusunda mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığını göstermektedir. FBÖA'lar bu görüşlerini şöyle açıklamıştır:

Sorunlara çözümler bulmak ve en önemlisi bu çözümleri bulurken öğrencilere bizim rehberlik etmemiz. Hani bence bu açıdan biz biraz ilerleme aldık yol kat ettik bu eğitim sayesinde diye düşünüyorum. [GG_K1_1]

Mesela hocam öğretmen olursak, öğrencilerimiz bir problemle karşılaştığında, bize bir problemle geldiğinde onlara “aslında bak şunu şu şekilde yaparsan bu devreyi ona göre daha iyi çözebilirsin” diye rehberlik yapabiliriz artık. Öğrenciyi bu şekilde yönlendirebiliriz. [GG_EC_2]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin “Alan bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler” alt kodunda belirtildiği gibi alan bilgisi gelişimini sağladığını belirtmiştir. Bir öğretmenin alan bilgisinin yanı sıra pedagojik ve teknolojik bilgiye de sahip olması gerektiğini ve eğitimle bütünleştirebilmesi gerektiğini söylemektedir. Bu anlamda bu eğitimin kendilerine ve özellikle öğretmen eğitimine katkısı olduğunu vurgulamaktadır. Öğretmen adayının bu sözlerinden bu eğitimin onlara teknoloji pedagoji ve alan bilgisini entegre etme konusunda mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığını göstermektedir. Öğretmen adayı bu görüşünü şöyle açıklamıştır:

Ben, bu dersin bizim öncelikle öğretmenlik eğitimimizde oldukça önemli olduğunu, alanımızda kendimizi geliştirmemiz için yararlı olduğunu düşünüyorum. Gelişen ve değişen dünyada teknolojinin önemi giderek artmaktadır. Yeni nesil öğrencilerde teknoloji içerisinde büyüdüğü için onlara düz anlatım, sunum yolu ile anlatım teknikleri ile ders anlatmak yeterli gelmemektedir. Bu yüzden öğretmenlerde alan ve pedagojik bilgiye sahip olmasının yanında teknolojik bilgiye sahip olması ve bunu eğitime entegre etmesini bilmesi gerekmektedir. Bunun için bu eğitimin benim öğretmenlik eğitimim açısından faydalı olduğuna inanıyorum. [YG_T_2]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde geliştirdikleri proje ürünlerinin dış görünüşleri ve tasarımları ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin estetik düşüncelerini sağladığını grup görüşmelerinde ifade etmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı eğitimin estetik bakış açısını kazandırdığını ifade etmiştir. Josephine Cochrane grubu ise ilk akıllı sera tasarımı projesinde tasarımın estetik açıdan güzel olmasını çok fazla düşünmediklerini fakat akıllı şehir tasarımı projesinde projenin dış görünümüne önem verdiklerini belirtmiştir. FBÖA’ların bu sözlerinden bu eğitimin projelerin tasarımında estetik düşünmeyi sağlaması bakımından onların gelişimine katkı sağladığı görülmektedir. FBÖA’lar bu görüşlerini şöyle ifade etmiştir:

Estetik ruhumuzu geliştirdi, estetik açıdan bakmayı öğrendik. [GG_T_6]

JC_1: Biraz daha dış görünüme önem verdik akıllı şehirde. Estetik projede daha çok ön plandaydı. Çünkü biz serada estetiği çok önemsememiştik, içeriğin çalışır olmasını önemsememiştik.

JC_3: Hocam bu ilk olduğu için bizim direkt telaşımız şuydu, yapabilecek miyiz, çalışacak mı, o yüzden dış görünüme önem vermemiştik fazla. İkinciye daha şık olmalı diye düşündük.

JC_1: İlkinde çalıştığını göstermiştik.

JC_2: Çalışır olmalı hem de hani nasıl diyeyim anlatmak istediğimiz mesajı daha doğru bir şekilde iletmeli

JC_3: Hocam mesela bizim prototipimize bakarsanız bi akıllı lamba yani trafik ışığı bir de mesafe var var geri kalan sadece estetik. [GG_JC]

Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde günlük yazmaktan hoşlandıklarını ve nasıl günlük yazılacağını öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

T_5: Günlüklerden de çok zevk aldık hocam.

T_2: Günlük yazmayı öğrendik. [GG_T]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin kalıcı öğrenmeyi sağladığını yansıtıcı günlüğünde ifade etmiştir. Öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı eğitimde yaptıkları bir etkinliği anlatırken uygulama yaparken hata yaptıklarını ve bu hatayı kendilerinin fark etmesiyle öğrenmelerinin daha kalıcı olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının bu sözünden bu eğitimin FBÖA'lara daha kalıcı öğrenmeler sunduğu görülmektedir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Programlama sırasında ışık şiddeti 200'den küçük ise düşük, 200'den büyük ise yüksek yap olarak kodlamışız. Bu nedenle bizim LED'imiz ışık şiddeti artınca yanıp, ışık şiddeti azalınca sönüyordu. Daha sonra hatamızı anlayıp kodlamayı tam tersi şeklinde yaptık ve karanlıkta yanan lamba devremizi kurduk. Kendi hatamızı kendimiz yaparak düzeltmemiz bizde daha kalıcı olmasını sağladığını düşünüyorum. [YG_JC_4]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin uygulama yapmalarına olanak sağladığını grup görüşmesinde ifade etmiştir. Öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı eğitim sürecinde fen konuları ile ilgili teorik bilgilerini uygulamaya koyma açısından eğitimin katkılarının olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayının bu görüşünden bu eğitimin FBÖA'lara fen konularıyla ilgili uygulamalar yapmaya olanak tanıdığı görülmektedir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde açıklamıştır:

Elektrik elde ederken fen bilgisi okuyoruz ama o an düşünemedik. Hani rüzgârı nasıl elektrige çevirebiliriz? Ama mesele proje için bunu düşündük. Girdik baktık bunu nasıl çevireceğiz? Aslında hem 3 tane alanı kullanıyoruz, ayrıca kendi alanımız hakkında da sadece teorik açıdan değil de pratiğe dökme açısından da çok ama çok çok işimize yaradı. [GG_K1_1]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin üretken olmayı sağladığını yansıtıcı günlüğünde ifade etmiştir. Öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde üretken bir birey olduğunu ve bundan hoşlandığını belirtmiştir. Ayrıca günlük yaşamı için teknolojiyi kullanarak ürünler üretebileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayının bu sözünden bu eğitimin FBÖA'ların üretken bireyler haline gelmesini sağladığı görülmektedir. Öğretmen adayı görüşünü aşağıdaki gibi belirtmiştir:

Üretken bir insan olmamın verdiği mutluluğu yaşamaya başladım. Bizler bu devirde hazır konmuş ve her istediğimize üretmeden ulaşabilen toplum olduğumuz için biraz yeni ve güzel fikirler koyarak kendi evimizde hiç yorulmadan da ürün yetiştirebiliriz ve sulamamız gereken bitki vs. ne varsa bunu teknolojiyi kullanarak yapabiliriz. [YG_JC_2]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin zamanı etkin kullanmayı sağladığını grup görüşmelerinde ifade etmişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarının zaman gerektiren uygulamalar olduğunu düşünmesine rağmen bu yüzden zaman yönetimini öğrendiğini ifade etmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise problem durumlarına çözüm üretirken zamanı etkin bir şekilde planlamayı öğrendiklerini belirtmiştir. FBÖA’ların bu düşüncelerinden bu eğitimin FBÖA’ların zamanını etkin bir şekilde planlamalarını sağladığı görülmektedir. FBÖA’lar görüşlerini şöyle betimlemiştir:

Zaman alıyor dedik robotik için ama aslında zamanımızı da planlamamı sağladı. [GG_MC_3]

Kısa zamanda, zamanı etkili kullanarak çözüm sağlamayı öğrendik. [GG_T_5]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje sunumundan akıllı şehir tasarımı projesinin sunumuna geliştiklerini belirtmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Aslında etkili oldu bence herkes nasıl sunum yapabileceğini öğrendi. Normalde herkes yaptığı projeyi satacakmış gibi sunuyordu raporda hiç böyle bir şey olmadı ilk sunumda. Ama ikinci sunumda herkes neyi neden yaptığını düşünerek yaptı. Sunumda bence gelişme oldu. [GG_T_3]

4.2.1.1.1.2.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etkisi Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin duyuşsal özellikleri temsil eden ilgi, merak, motivasyon, öz-güven ve tutum ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir. Bu kod ile ilgili bulgular Tablo 4.14’te sunulmuştur.

Tablo 4.14

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etkisi Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin duyuşsal özelliklere etkisi hakkındaki görüşler	İlgiyi artırması hakkındaki görüşler
	Merak uyandırması hakkındaki görüşler
	Motivasyon sağlaması hakkındaki görüşler
	Öz-güven geliştirmesi hakkındaki görüşler
	Tutum geliştirmesi hakkındaki görüşler

Tablo 4.14’te görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA’ların duyuşsal özelliklerine etkisi kodu ilgiyi artırması, merak uyandırması, motivasyon sağlaması, öz-güven geliştirmesi ve tutum geliştirmesi şeklinde sınıflandırılmıştır.

Tesla grubundan bir öğretmen adayı eğitim sürecinde etkinlikleri yaptıkça robotiğe olan ilgisinin arttığını belirtmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise günlük yaşamda karşılaştıkları problemlere karşı çözüm üretmeye başladıkça robotik uygulamalarına karşı olan ilgilerinin arttığını ifade etmiştir. FBÖA'ların bu ifadelerinden robotik uygulamalarına karşı ilgilerinin arttığı görülmüştür. FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Bugün ders yine her zamanki gibi güzel başladı. Hoca bize gerçekten çok değer veriyor. Bir şeyler öğrenmemiz için oldukça çok uğraşıyor. Sürekli yeni şeyler göstermek istiyor ve yeni sensörler yeni devreler kurdukça benim robotik uygulamaya olan ilgim her ders daha da artıyor. [YG_T_2]

Günlük hayattaki sorunlara bayağı böyle çözüm üretmeye çalışmaya başladık. Arduino'yla şunu yapabilir miyiz? Acaba sensör var mı falan gibisinden şu tarzda falan. Öyle çok düşünmeye başladık. Yani hoşumuza da gitti, ilgimiz arttı bu tarz uygulamalara karşı. [GG_SJ_1]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı kodlama yapmayı fen öğretimi ile ilişkilendireceği için derse karşı merak içinde olduğunu belirtmiştir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ise sensörleri öğrenmenin robotiğe olan merakını artırdığını söylemiştir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitimin robotik uygulamalarına karşı merak duygusu uyandırdığı görülmüştür. FBÖA'lar görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Program yazılımı yapmak ve bunu alanımla ilgili bir konuyla birleştirecek olmak beni bu derse karşı meraklandırdı. [YG_K2_2]

Sensörlerin robot üzerinde bir duyu organı işlevi olduğunu öğrendikten sonra konuya olan merakım daha da arttı. [YG_JC_1]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı eğitimin kendisini heyecanlandığını, eğitime karşı olan motivasyonunun arttığını ve eğitsel robotiklerin dikkatini çektiğini ifade etmiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise bu eğitimde öğrendiklerini ileride kendi öğrencilerine öğretecek olmasının heyecanlandığını belirtmiştir. FBÖA'ların bu ifadelerinden eğitime olan ve ileride uygulama yapmaya dair olan motivasyonlarının arttığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Gün geçtikçe yeni sensörler kullanıyoruz. Bu çalışmaya olan şevkimi arttırdı. Robotiğin kullanım alanlarını öğrenmek beni heyecanlandırdı, eğitsel robotikler dikkatimi çekti. [YG_T_4]

İleride öğretmen olduğumda öğrencilere günlük hayatta olan buzdolabı kapağını açınca ışığın nasıl kendiliğinden yandığına dair günlük hayattan bir soru yönelttiğimde bu derste öğrendiğim şeylerle öğrencileri düşündürmeye sevk edecek şeyler öğretecek olmak beni heyecanlandırıyor. [YG_K2_2]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı kendisine elektrik konusu hakkında güvenmediğini fakat bu eğitimde uygulamalar yaparak bu konuya olan kaygılarının azaldığını, yapabileceğini düşündüğünü ve kendisine güvendiğini belirtmiştir. Kepler 2 grubu ise eğitsel robotik ile ilgili uygulamaları mühendislik bölümündeki öğrencilerin yapabileceğini ve kendilerinin yapamayacağını düşündüklerini belirtmiştir. Fakat bu eğitimle fen bilimleri öğretmenlerinin de eğitsel robotik ile ilgili uygulamaları

yapabileceklerini ve öğrencilerine de yaptırabileceklerini söylemişlerdir. FBÖA'ların bu ifadelerinden öz-güvenlerinin arttığı görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Eğitsel robotik eğitimi ile biraz korkularım vardı elektrik konusunda teorik ve uygulamalı olarak kendime güvenmediğim için endişeliydim bugün. Ders esnasında Arduino kavramını ilk defa duydum ve daha önce eğitim hayatımda böyle bir ders almadım ama bugün öğrendiklerim konuya olan korkularımı azalttı ve yapabileceğim inancını taşıdım. [YG_JC_2]

Bir şeyleri keşfetmek ve uygulamaya dayalı bir eğitim olduğundan kendime güvenim geldi, kendimi daha güçlü bir öğretmen olarak hissettim. [YG_JC_2]

K2_2: Bilgisayar mühendisliğinde benim okuyan arkadaşlarım var. Onlar benim gözümde hep çok zekiydi. Sonra, şu an bizim kullandığımız, arduino'nun kodu değil, görsel bir kod olmasına rağmen onu öğrenmek bile beni mutlu ediyor. Demek ki bir şeyleri başarabilirmişiz, bilgisayar mühendisliği alanında olabilir, makine mühendisliği alanında olabilir, çünkü makine mühendisliği okuyanlar robot falan tasarlıyorlar. Biz de onu yapabiliyoruz. Öğretmenlerin, yani bu fen bilgisi öğretmenlerinin çoğu şeye ulaşabileceğini, öğrencilerine kazandırabileceğini arduino ile öğrendik aslında.

K2_1: Ben genelde filmlerde özeniyordum, kodlar falan oluşturuluyordu ya da böyle bilimsel filmler olduğunda, yeni bir şey icat ediyorlardı. Şimdi fark ettim, demek ki biz de yapabiliyoruz. [GG_K2]

Son olarak, Tesla grubundan bir öğretmen adayı fizik konularında zorluk yaşadığını ve bazı konuları sevmediğini ifade etmiştir. Öğretmen adayı bu eğitimi alarak fiziğe karşı tutumunun pozitif anlamda değiştiğini belirtmiştir. Yine Tesla grubundan bir öğretmen adayı mühendislik alanına karşı olumsuz yargılara sahip olduğundan bahsetmiştir. Fakat bu eğitimle mühendislik alanına karşı tutumunun olumlu olarak değiştiğini belirtmiştir. FBÖA'ların bu sözlerinden tutumlarının olumlu anlamda değiştiği görülmüştür. FBÖA'lar bununla ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Fizikte devre kurmaktan hiç hoşlanmıyordum T_2 bana öğretecekti en son bu devre kurmayı onun sayesinde ben devreyi şimdi bu malzemelerle de kurdum onu öğrendim fiziği aslında birazcık sevmeye başladım. Özellikle fiziğe karşı tutumum değişti. Önceden fizik bana çok zor geliyordu aşılmaz bir engeldi. Bunu yaparak fizik benim için kolaylaştı. [GG_T_5]

Mühendisliğe karşı benim çok ön yargım vardı o yüzden zaten gitmedim o bölüme. Ama yapılabilirmiş eğlenceliymiş. Zor yanları da olabilir ama yapıla da bilirmiş. Düşünme basamaklarını geliştirdiği için diğer şeyler de halledilebilirmiş. Kodlaması falan önemli olan o basamakların öğrenilmesi. Mühendisliğe karşı tutumum değişti diyebilirim. [GG_T_3]

4.2.1.1.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Güçlü Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde güçlü bulunan yönler ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.15

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Güçlü Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde güçlü bulunan yönler hakkındaki görüşler	Eğitimin basitten karmaşığa doğru yapılandırılmış olması hakkındaki görüşler
	Eğitimin 21. yy. becerilerinin gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Eğitimin bilgi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Eğitimin disiplinlerarası olması hakkındaki görüşler
	Eğitimin duyuşsal özelliklere etki etmesi (ilgi, motivasyon, tutum) hakkındaki görüşler
	Eğitimin günlük hayatla ilişkili olması hakkındaki görüşler
	Eğitimin mesleki gelişim sağlaması hakkındaki görüşler
	Eğitimin problem durumlarının yapılandırılmış olması hakkındaki görüşler
	Eğitimin yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.15'e göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin basitten karmaşığa doğru yapılandırılmış olması, beceri gelişimini sağlaması, bilgi gelişimini sağlaması, disiplinlerarası olması, duyuşsal özelliklere etki etmesi, günlük hayatla ilişkili olması, mesleki gelişim sağlaması, problem durumlarının yapılandırılmış olması ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması gibi güçlü yönlerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

4.2.1.1.1.3.1. *ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Basitten Karmaşığa Doğru Yapılandırılmış Olması Hakkındaki Görüşler*

Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin basitten karmaşığa doğru yapılandırıldığını belirtmişlerdir. Eğitim daha basit etkinliklerle başlayıp çeşitli projeler tasarlama şeklinde devam etmiştir. FBÖA'lar eğitimin bu şekilde işlenmesinin güçlü bir yön olduğunu açıklamıştır. FBÖA'lar bu görüşünü şöyle açıklamıştır:

Sizin bize yaptığınız gibi en basitten devre kurulumundan başlayarak ekleyerek gitmemiz gerekiyor. En önemlisi bu. Birden işte gaz sensörünü ve bunu kurun demek çok sıkıntılı olur. Ekleyerek gidilmesi gereken bir ders. [GG_K2_2]

Güçlü yönü işleyişin basitten zora doğru olması. [GG_SJ_5]

4.2.1.1.1.3.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin 21. yy. Becerilerinin Gelişimine Katkı Sağlaması Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin beceri gelişimine katkı sağlamasını eğitimin güçlü bir yönü olarak ifade etmiştir. Bu becerilerle ilgili bulgular Tablo 4.16’da sunulmuştur.

Tablo 4.16’da görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin 21.yy. becerilerinin gelişimine katkı sağlaması FBÖA’lar tarafından eğitimin güçlü bir yönü olarak görülmektedir. FBÖA’ların eğitimin güçlü yönlerinden biri olan 21.yy. becerilerinin gelişimine katkı sağlaması ile ilgili görüşleri, “21.yy. Öğrenme Çerçevesi” ve “MEB Fen Bilimleri dersi öğretim programı” göz önünde bulundurularak, öğrenme ve inovasyon becerilerinin gelişimine, teknoloji becerilerinin gelişimine ve mühendislik tasarım becerisinin gelişimine katkı sağlaması şeklinde sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.16

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin 21.yy. Becerilerinin Gelişimine Katkı Sağlaması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin 21. yy. becerilerinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler	➤ Öğrenme ve inovasyon (yenilikçi düşünme) becerilerinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • Yaratıcı düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • Eleştirel düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ✓ Akıl yürütme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ✓ Karar verme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • Problem çözme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • İş birlikli düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • İletişim kurma becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ➤ Teknoloji becerilerinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ➤ Mühendislik tasarım becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin, öğrenme ve inovasyon becerilerinden yaratıcı düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlamasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu ifade etmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü yönü olarak yaratıcı düşünmeye katkı sağladığını “Yaratıcılığı ve özgün fikirler ortaya çıkarması açısından çok faydalı olduğundan güçlü bir yönüdür” ve “Yaratıcılığı geliştirmesi gibi güçlü

yönleri bulunmaktadır” şeklinde ifade etmişlerdir. Ayrıca, Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin, öğrenme ve inovasyon becerilerinden eleştirel düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlamasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayı bu görüşünü “Güçlü yönlerinden biri eleştirel düşünmeyi sağlıyor” şeklinde ifade etmiştir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisi alt bileşeni olarak ifade edilen akıl yürütme becerisinin gelişimine katkı sağlaması eğitimin güçlü bir yönü olarak düşünmektedir. Öğretmen adayı bu görüşünü “Güçlü yönlerinden biri akıl yürütme becerisini geliştiriyor” şeklinde ifade etmiştir. Ayrıca, Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerisi alt bileşeni olarak ifade edilen karar verme becerisinin gelişimine katkı sağlamasının güçlü bir yönü olduğunu söylemiştir. Öğretmen adayı eğitimin karar verme becerisinin gelişimine katkı sağladığını “ER-STEM Eğitimi karar verme becerisi kazandırıyor” şeklinde belirtmiştir. Ek olarak, FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrenme ve inovasyon becerilerinden problem çözme becerisinin gelişimine katkı sağlamasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu ifade etmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini “Günlük hayatta karşılaştığımız sorunlara bu uygulama ile çözümler üretebilmemiz bu uygulamanın güçlü, iyi yönlerinden” ve “Problem çözme becerisini geliştirdi” şeklinde betimlemişlerdir. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bir diğer güçlü yönü olarak öğrenme ve inovasyon becerilerinden işbirlikli düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlamasını söylemişlerdir. El Cezeri grubu ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı işbirlikli düşünme becerisi ile ilgili görüşlerini “İşbirlikli öğrenmemizi geliştirdi” ve “İş paylaşımı yapmak sonrasında neler yaptığımız hakkında tartışmak hepimizin birlikte çalışması güçlü bir yönüydü” şeklinde belirtmişlerdir. Dahası, FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrenme ve inovasyon becerilerinden iletişim kurma becerisinin gelişimine katkı sağlamasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu ifade etmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı yansıtıcı günlüğünde ve Tesla grubu grup görüşmesinde eğitimin iletişim kurma becerisinin gelişimine katkı sağladığı ile ilgili görüşlerini “Güçlü yönlerinden biri iletişim kurmayı sağladı” ve “Kendimizi ifade etmede geliştik. Mesela sunumlar yapıyoruz kendimizi ifade ettik proje sunumlarımızda” şeklinde söylemişlerdir. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü bir eğitim olduğunu çünkü teknolojiyi kullanma becerisinin gelişimine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı teknolojiyi kullanma becerisinin gelişimine katkı sağlamasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu “Ekstra olarak

teknolojiyi de katıyoruz normal STEM etkinliğinde yaratıcılık var grupça çalışma falan var ama. Burada yaratıcılık daha üst seviyede. Teknoloji kullanabilme becerisini katıyor aynı zamanda” ifadesiyle betimlemiştir. Son olarak, FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bir diğer güçlü yönü olarak mühendislik tasarım becerisinin gelişimine katkı sağlamasını söylemişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı eğitimin mühendislik tasarım becerisinin gelişimine katkı sağladığını “Eğitimin güçlü yönü mühendislik tasarım becerileri kazandırmasıdır” ve “Beyin fırtınası yapmak, mühendis gibi düşünmek bakımından güçlü bir uygulamaydı” şeklinde açıklamışlardır.

Sonuç olarak, grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA’ların yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli düşünme, iletişim kurma, teknolojiyi kullanma ve mühendislik tasarım becerilerinin gelişimine katkı sağlaması güçlü yönleri olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi gelişimini sağlamasını eğitimin güçlü bir yönü olarak ifade etmişlerdir. Eğitimin bilgi gelişimini sağlaması ile ilgili bulgular Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.17

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Bilgi Gelişimini Sağlaması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler	Alan bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler
	Teknoloji bilgisi gelişimini sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.17’de görüldüğü gibi FBÖA’lar grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin alan bilgisi ve teknoloji bilgisi gelişimini sağlamasını eğitimin güçlü bir yönü olarak ifade etmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü bir yönü olarak devre kurmayı öğretmesinden bahsetmiştir. Devre kurma elektrik konusu ile ilgili olduğu için

eğitimin alan bilgilerini geliştirdiği söylenebilir. Öğretmen adayı görüşünü “Genel olarak aldığımız bu Arduino eğitiminin güçlü yönleri devre kurmayı öğretmesidir” şeklinde ifade etmiştir.

Bir diğer güçlü yön olarak FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin teknoloji ile ilgili bilgiler edindirmesinden bahsetmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini “Teknolojik gelişmeleri takip etmek bakımından da güçlüydü” ve “Güçlü yönü teknolojik olarak bizi ilerletmesi, yeni uygulamalar hakkında fikir edinmemizi sağlamasıdır” şeklinde ifade etmişlerdir.

Sonuç olarak, yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA’ların alan bilgisi ve teknoloji bilgisi gelişimini sağlaması güçlü bir yönü olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Disiplinlerarası Olması Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin disiplinlerarası olmasını eğitimin güçlü bir yönü olarak düşünmektedirler. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı eğitimin güçlü yönünü “Bence ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin en güçlü yönü adından da anlaşıldığı gibi tüm parçaları birleştirip ki fen teknoloji mühendislik her biri tek başına çığır açmaya yeterken birleştirip uygulamaktır” ve “Birden fazla dersin(alanın) ortak kullanmasından dolayı bir alanın eksikliğinin diğer alanın tamamlaması güçlü yönlerden biri” şeklinde belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin farklı disiplinleri içermesi güçlü bir yönü olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.5. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etki Etmesi Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin duyuşsal özellikleri temsil eden öz-güveni geliştirmesini, eğitimin ilgi çekici olmasını ve motivasyon sağlamasını güçlü yönleri olarak ifade etmişlerdir. Bu kod ile ilgili bulgular Tablo 4.18’de sunulmuştur.

Tablo 4.18

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Duyuşsal Özelliklere Etki Etmesi Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin duyuşsal özelliklere etki etmesi hakkındaki görüşler	Öz-güven geliştirmesi hakkındaki görüşler
	İlgi çekici olması hakkındaki görüşler
	Motivasyon sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.18’de görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA’ların duyuşsal özelliklere etki etmesi öz-güveni geliştirme, ilgi çekici olma ve motivasyon sağlama şeklinde sınıflandırılmıştır. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin kendilerine olan güvenlerini sağlamasından dolayı güçlü olduğunu belirtmişlerdir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin öz-güvenlerini geliştirdiğini şu şekilde açıklamıştır:

Önceden otomatik lambaların açılıp kapanma sistemini bilmiyorduk. Aslında çok basitmiş, Arduino Uno R3’ü görünce. Diyorduk nasıl açılıyor. Elimizi uzatınca tuvaletten kâğıt nasıl geliyor, sabunlar falan. Şimdi artık onun nasıl çalıştığını biliyoruz ve bizim de yapabileceğimizi biliyoruz. Bu şekilde kendimize güvenmemizi sağladı. Bu güçlü yönüdür diyebiliriz.
[GG_K2_1]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin ilgisini çekmesinin de güçlü bir yön olduğunu söylemiştir. Bu görüşünü “Genel olarak yaptığımız etkinlikler ilgimi çok çekiyor. İlgi çekici bir eğitim olması iyi ve güçlü bir yönü” şeklinde ifade etmiştir.

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA’ların motivasyonunu sağlamasının güçlü bir yön olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adayı bu görüşünü “Güçlü yönleri bizi motive etmesi. Bence en önemlisi bu. İstekli hale getiriyor, motive ediyor, heyecanlandırıyor” şeklinde açıklamıştır.

Sonuç olarak, grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öz-güveni geliştirmesi, ilgi çekici olması ve motivasyon sağlaması bakımından güçlü bir eğitim olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.6. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Günlük Hayatla İlişkili Olması Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü yönlerinden biri olarak eğitimin günlük hayatla ilişkili olmasını söylemişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı eğitimin günlük hayatla ilişkili olması ile ilgili görüşlerini şu şekilde açıklamışlardır:

Teknoloji tasarımı yaptık, el becerisi gerektirdi projelerimiz, hem de Fen bilgisi bilgilerimizi kullandık bir taraftan da Arduino Uno R3’ü programladık. Hepsini kullanabiliyorsun iç içe geçmiş hayat da öyle değil mi her şey iç içe geçmiş bir kâğıt keserken bile sadece matematik kullanmıyorsun ya da sadece el becerisi kullanmıyorsun yani gerçeğe daha uyarlanabilir bir ders olduğunu ve bunun güçlü bir yönü olduğunu düşünüyorum. [GG_MC_1]

Grup görüşmelerinden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gerçeğe uyarlanabilir bir diğer deyişle günlük hayatla ilişkili olması güçlü yönlerinden biri olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.7. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Gelişimi Sağlaması Hakkındaki Görüşler

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü yönlerinden biri olarak eğitimin mesleki gelişimi sağlamasını belirtmişlerdir. Bu kod ile ilgili bulgular Tablo 4.19’da sunulmuştur.

Tablo 4.19

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Mesleki Gelişimi Sağlaması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki gelişimi sağlaması hakkındaki görüşler	STEM entegrasyonu yapabilmeyi öğretmesi hakkındaki görüşler
	Teknolojinin eğitime entegrasyonunu yapabilmeyi öğretmesi hakkındaki görüşler
	Proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanmayı öğretmesi hakkındaki görüşler
	Proje tasarlamayı sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.19’da görüldüğü gibi eğitimin güçlü yönlerinden biri olan mesleki gelişimi sağlaması, STEM entegrasyonu yapabilmeyi öğretmesi, teknolojinin eğitime entegrasyonunu yapabilmeyi öğretmesi, proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanmayı

öğretmesi, proje tasarlamayı sağlaması ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması şeklinde sınıflandırılmıştır.

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin STEM'i ileride nasıl kullanacağını öğrettiğini düşünmektedir. Öğretmen adayının bu görüşünden bu eğitimle STEM entegrasyonunu öğrendiğini dolayısıyla mesleki anlamda gelişimine katkı sağlandığı görülmüştür. Öğretmen adayı eğitimin STEM'i öğretmesinin güçlü bir yönü olduğunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Güçlü yönü: Öğretmen adayı olarak bana bilmediğim şeyleri öğretmesi ve STEM'i öğretmen olduğumda nasıl kullanmam hakkında rehberlik göstermesi. [YG_JC_3]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin teknolojiyi eğitime entegre etmeyi öğrettiğini düşünmektedir. Öğretmen adayının bu görüşünden bu eğitimle teknolojinin eğitime entegrasyonunu öğrendiğini dolayısıyla mesleki anlamda gelişimine katkı sağlandığı görülmüştür. Öğretmen adayı eğitimin teknoloji ile eğitimi entegre etmeyi öğretmesinin güçlü bir yönü olduğunu şöyle açıklamıştır:

Teknolojik olarak bizi ilerletmesi, yeni uygulamalar hakkında fikir edinmemizi sağlaması ve teknolojiyi eğitime birleştirebilmemizi öğretmesi güçlü yanıydı. [YG_EC_3]

El-Cezeri grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde proje tabanlı öğrenme yöntemini öğrendiklerini söylemektedirler. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden bu eğitimle proje tabanlı öğrenme yöntemini öğrendiğini dolayısıyla mesleki anlamda gelişimlerine katkı sağlandığı görülmüştür. Öğretmen adayları eğitimin proje tabanlı öğrenme yöntemini öğretmesinin güçlü bir yönü olduğunu şu şekilde ifade etmişlerdir:

Proje tabanlı öğrenme yöntemini öğrendik bu eğitimle bu yüzden güçlü bir yönü var. [GG_EC_1]

Proje tabanlı öğrenme yöntemini öğretmesi. [YG_K1_2]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü bir yönü olarak proje tasarımlarını sağlamış olmasından bahsetmektedir. Öğretmen adayları eğitim sürecinde projeler hazırlayarak nasıl proje hazırlamaları gerektiğini öğrenmişlerdir ve mesleki olarak gelişimlerine katkı sağlanmıştır. Öğretmen adayı eğitimin proje tasarımlarını sağlamasının güçlü bir yön olduğunu şöyle belirtmiştir:

Proje hazırlamamızı sağladı hem akıllı sera hem de akıllı şehir tasarımı ile ilgili bu yüzden iyi ve güçlü bir eğitim olabilir. [YG_SJ_3]

Sonuç olarak, grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin STEM entegrasyonu yapabilmeyi öğretmesi, teknolojinin eğitime entegrasyonunu yapabilmeyi öğretmesi, proje tabanlı öğrenme

yöntemini kullanmayı öğretmesi ve proje tasarlamayı sağlaması bakımından öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerine katkıda bulunmuştur. Mesleki gelişim sağlaması bakımından da güçlü bir eğitim olarak görülmektedir.

4.2.1.1.1.3.8. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Problem Durumlarının Yapılandırılmış olması Hakkındaki Görüşler

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde problem durumlarının iyi bir şekilde yapılandırıldığını belirtmiştir. Öğretmen adayı eğitim sürecinde verilen problem durumlarının yapılandırılmış olmasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu şöyle belirtmişlerdir:

Güçlü yönlerinden biri olarak problemler iyi tanımlanmıştı, oluşturulmuştu bence. Akıllı sera olsun, akıllı şehir olsun. [GG_SJ_5]

4.2.1.1.1.3.9. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Yaparak Yaşayarak Öğrenmeyi Sağlaması Hakkındaki Görüşler

Kepler 2 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağladığını söylemektedirler. Öğretmen adayları eğitim sürecinde öğrenmelerinde kendilerinin aktif bir şekilde dahil olmalarını eğitimin güçlü bir yönü olduğunu şu şekilde söylemişlerdir:

Eğitim yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladı. Bu eğitimin en güçlü yanı bu olabilir bence. [YG_K2_2]

Sürecin en güçlü yönü yaparak öğrenmeyi sağlamasıdır. [YG_T_2]

4.2.1.1.1.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Sınırlılıkları Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin sınırlılıkları ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.20’de sunulmuştur.

Tablo 4.20'ye göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin sınırlılıkları maliyetli olması, grup çalışmasında sorunlar yaşanması, kalabalık sınıf ortamının olması, klasik sınıf ortamında işlenmesi ve zamanın kısıtlı olması şeklinde sınıflandırılmıştır. Bunun yanı sıra Kepler 1, Steve Jobs ve Tesla grubundan birer öğretmen adayı eğitimin sınırlılığının olmadığını belirtmişlerdir.

Tablo 4.20

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Sınırlılıkları Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin sınırlılıkları hakkındaki görüşler	Maliyetli olması hakkındaki görüşler
	Grup çalışmasında sorunlar yaşanması hakkındaki görüşler
	Kalabalık sınıf ortamının olması hakkındaki görüşler
	Klasik sınıf ortamında işlenmesi hakkındaki görüşler
	Zamanın kısıtlı olması hakkındaki görüşler

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı yansıtıcı günlüğünde ve grup görüşmesinde eğitimin maddi olarak külfetli olduğunu ve ekonomik olmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin ekonomik olmamasının eğitimin bir sınırlılığı olduğunu şu şekilde ifade etmiştir:

Çok fazla imkân gerektiren bir uygulama olması dolayısıyla maliyetli bir iş olması. [YG_MC_1]

Para bakımından ekonomik bir yöntem değil. [GG_MC_1]

Bu görüşün aksine Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kullanılan Arduino Uno R3'lerin ücretlerinin düşük olması ve programlamanın açık kaynaklı diğer bir deyişle erişimin ücretsiz olduğunu söylemektedir. Dolayısıyla, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin ekonomik olduğunu savunmaktadır. Öğretmen adayı bu görüşünü şöyle ifade etmiştir:

Arduino Uno R3 kullanmamızın nedenlerinden biri maliyetinin düşük olması ve açık kaynaklı bir geliştirme platformudur. Arduino Uno R3 ile kolay bir şekilde çevresiyle etkileşime girebilen sistemler tasarlayabileceğimiz için öğrenciler açısından daha net bir materyal olduğunu öğrendik. [YG_SJ_1]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bir diğer sınırlılığı olarak El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı gruplar içerisinde çıkan tartışmalardan dolayı grupla çalışmada sorunlar yaşanmasını belirtmiştir. Öğretmen adayı grupla çalışmada sorunlar yaşanmasını eğitimin bir sınırlılığı olduğunu şu görüşü ile belirtmiştir:

Her ne kadar bizim grupta olmasa da diğer gruplarda anlaşmazlığa sebep olması zayıf yönleri idi. [YG_EC_5]

Bu çalışmada FBÖA'ların grupları BY ön test puanlarına göre düşük, orta ve yüksek puan alan kişilerle heterojen olacak şekilde oluşturulmuştur. Kepler 1 grubundan bir öğretmen

adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde heterojen grup oluşturulmasının eğitimin sınırlılığı olduğunu ifade etmektedir. Öğretmen adayı heterojen grup oluşturulması ile ilgili görüşünü şöyle açıklamıştır:

Grup çalışmalarının gerekli ve katkı sağlayıcı olduğu fikrindeyim, fakat 21 yaşında üniversite öğrencileri olarak bunu tam anlamıyla başaramamak çok üzücü bir durum. Sanırım biz grupların heterojen olmasının getirebileceği dezavantajları yaşıyoruz. [YG_K1_3]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise heterojen grup oluşturulması yerine iyi anlaşılan arkadaşların aynı gruba atanmasının sorun çıkarmayacağını şu sözleri ile belirtmiştir:

Grup çalışmamız iyiydi. Ancak temel olarak yapılan gruplar yakın arkadaşlar olmadığından sorunlar çıktı. Bence burada hata oldu. [YG_SJ_4]

Bunun aksine Kepler 2 grubu ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı heterojen gruplar oluşturulmasını desteklediklerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Öğretmenimiz bu süreçte grupları heterojen oluşturmakla doğru bir adım atmış. [YG_SJ_2]

Grup oluştururken öğrencilerin rahat iletişim kurabilecekleri her öğrenci kesiminden oluşan heterojen bir grup oluşturulmalı. [DP_K2]

Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin daha az sınıf mevcuduna sahip sınıflarda uygulanması gerektiğini savunmaktadır. FBÖA'lar kendi sınıflarını kalabalık olarak nitelendirmekte ve kalabalık sınıf olmasını eğitimin sınırlılığı olarak görmektedirler. FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Bu eğitimin zor ve zayıf yönleri öncelikle bu çalışmalar 10-12 kişilik sınıflara yapılmalı kalabalık sınıflara uygun değil. [YG_SJ_4]

Sınıfın kalabalık olması dezavantajdı. Çalışmak sıkıntıydı dersi. [GG_SJ_3]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı bazen ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini bilgisayar bulunmayan ve uygulama yapmak için tasarlanmamış laboratuvar yerine klasik sınıf ortamında işlediklerini söylemiştir. Öğretmen adayı eğitimi klasik sınıflarda işlemenin ve proje malzemelerini taşımalarının eğitimin bir sınırlılığı olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayı bu düşüncesini şöyle ifade etmiştir:

Bunu yapabilecek bir sınıf gerekiyor. Mesela geleneksel bir öğrenme düzeyi olan bir sınıf olmaz. Biz bazen malzemelerimizi ve projelerimizi taşımak durumunda kaldık. [GG_MC_3]

Son olarak, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin süre ile ilgili sıkıntılarının olduğundan ve proje tasarlarken fikir bulmak için yeterli sürenin verilmesi gerektiğinden bahsetmektedirler. Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı eğitimin kısıtlı zaman diliminde gerçekleştirilmesinin bir sınırlılık olduğunu aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

Zayıf yönü de düşünme kısmı için yeterince zaman vermek gerekiyor. Yaratıcı fikirler bulunamadığında öğrencinin modu düşüyor bu da zayıf yönüdür bence. [YG_T_3]

Süre kısıtlaması olması bakımından zayıf bir uygulamaydı. [YG_JC_4]

4.2.1.1.1.5. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kolay Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde ve yaptırılan projelerde kolay bulunan yönler ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kolay Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kolay bulunan yönler hakkındaki görüşler	Devre kurma hakkındaki görüşler
	Kodlama yapma hakkındaki görüşler
	Sensör kullanma hakkındaki görüşler
	Günlük hayatla ilişkilendirme hakkındaki görüşler
	Malzeme seçimi yapma hakkındaki görüşler
	Problem durumu bulma hakkındaki görüşler
	Prototip oluşturma hakkındaki görüşler
	Tasarım yapma hakkındaki görüşler
	İşbirliği yapma hakkındaki görüşler
	Çözüm üretme hakkındaki görüşler
	Planlı olma hakkındaki görüşler
	Zamanı yönetme hakkındaki görüşler

Tablo 4.21’e göre FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde kolay bulunan yönler devre kurma ve kodlama yapma şeklinde sınıflandırılmıştır. Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde proje ürünü geliştirirken kolay gelen kısımlar ise sensör kullanma, günlük hayatla ilişkilendirme, malzeme seçimi yapma, problem durumu bulma, prototip oluşturma, tasarım yapma, işbirliği yapma, çözüm üretme, planlı olma ve zamanı yönetme şeklinde sınıflandırılmıştır. FBÖA’lar aynı şekilde devre kurmayı, kodlama yapmayı, malzeme seçimini, işbirliği yapmayı, çözüm üretmeyi, planlı olmayı ve zamanı yönetmeyi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde ve proje ürünlerini geliştirirken zor bulunan yönler olarak ifade etmişlerdir. Aynı kodlara eğitimde zor bulunan yönler hakkındaki görüşler kısmında da değinilmiştir. Ayrıca, FBÖA’lar devre kurmadan, kodlama yapmadan, günlük hayatla ilişkilendirmeden ve tasarım yapmadan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde sevilen yönler alt kategorisinde bahsetmişlerdir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile ilgili etkinlikler yaptırılmıştır. Kepler 2 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı yaptırılan etkinliklerde zamanla devre kurmanın daha kolay olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

Devre kurmaya alıştığım için pek zorlandığım bir alan olmadı. Hatta gün geçtikçe devre kurma işi kolaylaşıyor. [YG_K2_2]

Bugün dersimizde Arduino Uno R3 ile karanlıkta yanan lamba etkinliğini yaptık. Bugün farklı olarak LDR (ışığa duyarlı direnç) kullandık. Etkinliği gördüğümde devreyi kurmakta zorlanacağımı düşünmüştüm. Ama devreyi kurarken hiç zorlanmadım. Kolaylıkla devreyi kurabildim. Devreyi kurabilmem hoşuma gitti. Devreyi kurarken mantığını anladığımı fark ettim. Diğer etkinliklerde de devreleri kolaylıkla kurabileceğimi düşünüyorum. [YG_EC_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projesinde devre kurmada zorluk çektiklerinden bahsetmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının yanı sıra akıllı şehir tasarımında devre kurmayı kolay bulduğunu ifade eden öğretmen adayları bulunmaktadır. Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı devre kurmanın kolay olduğunu şöyle ifade etmişlerdir:

Devre kurmak oldukça kolaydı. Karıştırdığımız kısımlarda da zaten Edmodo'daki sunumlardan yardım aldık. [YG_T_2]

Devre oluşturulmasında kolaylık yaşadık. [YG_JC_1]

Devre kurmaya ek olarak, Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde kodlama yapmanın kolay olduğunu söylemişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Çeşitli kodlamalar gördük ve bana göre kodlama işi daha anlaşılabilir ve kolay geldi. [YG_SJ_4]

Genel olarak kodlama yaparken zorlanmıyorum. Devreyi kurarken neyi nereye bağladığımı kâğıda not ediyorum böylelikle kod yazarken kolay oluyor. [YG_K2_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projesinde kodlama yapmada zorluk yaşadıklarından bahsetmişlerdir. Bu öğretmen adaylarının yanı sıra akıllı şehir tasarımında kodlama yapmayı kolay bulduğunu ifade eden öğretmen adayları bulunmaktadır. Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı kodlama yapmanın kolay olduğunu aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Kodlama yaparken zorlanmadık. Proje yapmadan önceki etkinliklerde kodlama yapmayı iyi öğrenmiştik. Her sensörün kodlaması ilk denemeden itibaren sorunsuz çalıştı. Sadece buzzer için ayarladığımız ses tonları, vuruşları ve sürelerini ayarlarken zorlandık. [YG_JC_4]

Kodlama yapmak kolay geldi. [YG_T_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde ve akıllı sera tasarımında sensörlerin kullanımında zorluk çektiklerinden bahsetmişlerdir. Bunun aksine akıllı şehir tasarımı projesinde sensörlerin kullanımında

zorluk çekmediklerini ifade etmişlerdir. Josephine Cochrane grubu görüşünü şöyle betimlemiştir:

JC_2: Bir de daha fazla sensör kullandık mesela. Akıllı serada sadece LDR ışık yanmasıyla, diğeri de su motoruydu sadece. Ama akıllı şehirde mesela artık Buzzerı işin içine soktuk.

JC_4: Ve zorlanmadık bunları yaparken.

JC_2: Mesafe sensörü kullandık, LDR, ışık sensörü, hızı. [GG_JC]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde probleme yönelik çözümler üretmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı akıllı şehir tasarımı projesinde ürettikleri çözümlerin gerçek yaşamla bağlantısını yapabilmenin kolay olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının görüşü “Çözümleri günlük hayatla ilişkilendirmek kolay geldi” şeklindedir.

El Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde malzeme seçiminin kolay olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının görüşü “Projemiz malzemelerin belirlenmesi kolaydı” şeklindedir.

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde problem durumu bulmanın kolay olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının görüşü “Problem bulmak kolay oldu çünkü şehir olduğu için” şeklindedir.

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde prototip oluşturmaının kolay olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının görüşü “Prototip oluşturmak kolaydı” şeklindedir.

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde probleme yönelik çözümlerini ürettikten sonra projenin prototipini çizmişlerdir. Daha sonra projenin tasarımını (maketini) yapmışlardır. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı “En eğlenceli kısımlarından biri olan tasarım kısmını yapmak hem kolay hem zevkliydi” diyerek tasarım yapmanın kolay olduğunu vurgulamıştır. Aynı şekilde El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı “Projenin maketini yapmak kolay ve zevkliydi” diyerek tasarım yapmanın kolay geldiğini vurgulamıştır. FBÖA’lar ayrıca projenin tasarımının estetik açıdan güzel olmasına özen gösterdiklerini söylemişlerdir. Josephine Cochrane grubu akıllı sera projelerini tasarlarırken estetiğe önem vermediklerini fakat akıllı şehir projesinde dış görünüme önem verdiklerini vurgulamışlardır. Kepler 1 grubu da akıllı şehir tasarımı projesinin estetik açıdan güzel olması için zaman ayırdıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden akıllı şehir tasarımı projesinin estetik görünümü hakkında başarılı oldukları ve zorlanmadıkları görülmektedir. FBÖA’lar görüşlerini şöyle

betimlemişlerdir:

JC_1: Biraz daha dış görünümüne önem verdik akıllı şehirde

JC_3: Aynen evet, estetiğe

JC_1: Estetik projede daha çok ön plandaydı. Çünkü biz serada estetiği çok önemsememiştik, içeriğin çalışır olmasını önemsemiştik

JC_3: Hocam bu ilk olduğu için bizim direkt telaşımız şuydu, yapabilecek miyiz, çalışacak mı, o yüzden dış görünümüne önem vermemiştik fazla.

JC_2: Ama diğerinde artık tecrübe sahibi.

JC_3: Aynen evet bu bitti, ikinciye daha şık olmalı diye düşündük. Hocam mesela bizim prototipimize bakarsanız bir akıllı lamba yani trafik ışığı bir de mesafe var var geri kalan sadece estetik. [GG_JC]

K1_2 Akıllı şehirde prototipimizin şık olduğunu düşünüyorum

K1_3: Akıllı şehrimiz güzeldi hocam. Belki istediğimiz şey bundan da iyiydi ama ortaya çıkardığımız şey de güzeldi. Bu tarz işleri çabuk bitirdiğimiz için estetiğe de zaman ayırma şansımız oldu. Sensörlerimizi rahatça kurup çalıştırabildiğimiz için estetik açıdan biraz daha özgür olduk. Stressiz yaptık. Yetişip yetişmeyecek korkumuz olmadı. Çalıştı çalışmadı korkumuz olmadı. [GG_K1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı projesini tasarlarlarken diğer etkinliklerde olduğu gibi grup şeklinde çalışmışlardır. Akıllı sera projesinde grup çalışmasında sıkıntılar yaşadığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra sorun yaşamadığını belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ve Tesla grubu akıllı sera projelerini tasarlarlarken grupta iş bölümü yaptıklarını ve bunun verimli bir şekilde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden akıllı sera tasarımı projesinde bu grupların grup çalışmalarında ve iş birliği yapmada başarılı oldukları görülmektedir. FBÖA'lar görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Grubumuzu düşünecek olursam eğer hocam grup arkadaşlarımla birlikte çok iyi anlaşıyoruz herkes birbiri ile saygı çerçevesi içerisinde, fikirlerini rahatlıkla beyan edebiliyor bu şekilde de projede de ortak karar vererek bir ürün çıkartıyoruz. Dersin başında o günkü derste ne yapılacaksa onunla ilgili herkese kendi eksiklerini ve bir önceki derslerde ki eksiklerini göz önünde bulundurarak görev paylaşımı yapıyoruz. Böylelikle etkinliklerimizi de hızlı bitirmiş oluyoruz. Daha sonrada herkes genel olarak etkinliği bir gözden geçiriyor hem konu anlaşılmış oluyor hem de bu şekilde hepimiz bir iş yapmış ve hepsini dönüşümlü yaptığımız için öğrenmiş oluyoruz. [YG_JC_1]

Grup çalışmalarında ben sadece kodlamayı yapayım siz maketi yapın şeklinde çalışmadık. Sürekli görevleri dönüşümlü olarak yaptık ki hem Arduino Uno R3 kullanımı olsun hem de kodlama olsun hepimizin beceri kazanması açısından bu şekilde çalıştık. [GG_T_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesini tasarlarlarken de grup şeklinde çalışmışlardır. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı akıllı şehir projelerini tasarlarlarken grupta iş bölümü yaptıklarını ve grup çalışmasının faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ise grupla işbirliği ve uyum içinde çalıştıklarını dile getirmiştir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden akıllı şehir tasarımı projesinde grup çalışmalarında ve işbirliği yapmada başarılı oldukları ve sıkıntı yaşamadıkları görülmektedir. FBÖA'lar görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Grup çalışmamız bir önceki Akıllı ‘Sera’ projesindeki gibi oldukça işlevseldi. Sağlık problemlerinden dolayı birkaç aksaklık yaşasak da çok güzel bir proje ortaya çıkardığımızı düşünüyorum. Herkes üzerine düşen sorumluluğu yerine getirdi. İş bölümümüzü iyi bir şekilde ayarladık. [YG_JC_1]

Grup olarak en çok işbirliği yaptığımız projeydi. En çok vakit ayırdığımız ve çabaladığımız projeydi. Uyumlu bir şekilde hepimiz çalıştık. [YG_MC_2]

Akıllı sera tasarımı projesinde özgün çözüm üretmede yaşanan zorluğun aksine, Marie Curie grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı problem durumuna yönelik çözüm üretmede sıkıntı yaşamadıklarını ve bildikleri bir konu üzerine olduğu için çözümler üretebildiklerini belirtmişlerdir. FBÖA’ların bu düşüncelerinden probleme çözüm üretme hakkında başarılı oldukları ve zorlanmadıkları görülmektedir. FBÖA’lar görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Bir seranın nasıl olması gerektiği konusunda tartışırken hiç zorlanmadım. Çünkü biyoloji dersinden bir bitkinin yetişmesi için gereken faktörlerin ne olduğunu biliyordum. Seramızı tasarlarken fotosentezi artıracak faktörleri düşünerek tasarladık. [YG_MC_1]

İstedğimiz kriterlerde çözümler üretebildik. [YG_T_2]

Akıllı şehir tasarımı projesinde probleme çözüm üretmede zorluk yaşayanların aksine bu konuda başarılı olduklarını düşünen öğretmen adayları da bulunmaktadır. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde akıllı sera tasarımı projesine göre probleme çözüm üretme konusuna daha fazla zaman ayırdıklarını belirtmişlerdir. Bu sayede daha fazla ve özgün çözümler üretebilmişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı akıllı şehir tasarımı projesinde çözüm üzerinde daha fazla düşündüklerini söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının ifadelerinden probleme çözüm üretme konusunda başarılı oldukları ve zorlanmadıkları görülmektedir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Artık kendi işimizi kendimiz yapmaya başlamıştık. Onun dışında olayı daha farklı yönlerden ele alabiliyorduk. Daha çok düşünebiliyorduk, daha çok çözüm yolu üretmeye çalışıyorduk. Sorun ile karşılaştığımızda çözmeyi öğrendik aslında seradan sonra. Çünkü serada hiçbir sorunuza çözüm üretmeden biz sunum yaptık. [GG_K2_1]

Akıllı seradan farklı olarak akıllı şehirde daha çok düşündük diyebiliriz. Ya şöyle, akıllı serada daha çok kodlamanın işte o devrenin kurulumunun ya da maketin yapılmasının üzerinde durduysak tam tersi akıllı şehirde bu sefer daha çok düşünüp, çözüm üretip, bu çözüm yolunu bulup uyguladık. Uygulama kısmı daha kısa, düşünme kısmı daha uzundu. [GG_JC_3]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesi problem durumuna yönelik çeşitli çözümler üretmişlerdir. Kepler 1 grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı akıllı şehir tasarımı projesinde akıllı sera tasarımı projesine göre daha özgün çözümler bulduklarını söylemişlerdir. FBÖA’ların görüşlerinden akıllı şehir tasarımı projesinde yaratıcı ve özgün fikirler ürettikleri görülmektedir. Öğretmen adaylarının yaratıcı ve özgün fikirler üretmede zorlanmadıkları görülmüştür. Öğretmen adayları akıllı şehir tasarımı projesi ile ilgili düşüncelerini şu şekilde betimlemişlerdir:

Akıllı şehir projesiyle alakalı ben şunu fark ettim. Çok geniş bir alan olduğu için herkes kendi farklılıklarını, yaratıcılıklarını çok güzel ortaya koydu. Engelli olsun bizim olsun başkasının olsun. Problem geniş olduğu sürece yaratıcılıkta fazla olacak diye düşünüyorum bence. Akıllı serada fotosenteze bağımlı kaldık ama akıllı şehirde daha özgün fikirler vardı. [GG_K1_1]

Akıllı şehir tasarımlarında genelde özgün fikirler vardı hocam. [GG_K2_2]

Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı projesini tasarlarken plan yaparak adım adım ilerlediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları plana uyduklarından dolayı zorlanmadıklarını düşünmektedir. FBÖA'ların bu düşüncelerinden akıllı sera tasarımı projesinde planlı olma konusunda başarılı oldukları söylenebilir. FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Bizim en büyük avantajımız önce kriterlere uygun çözüm üretmek prototip oluşturmak, malzeme listesi yazmak ve daha sonra yapmaya başlamak oldu. [YG_T_2]

Öğretmenin en başta verdiği çalışma kâğıdı üzerinden ilerledik. Çalışma kâğıdına bir plan ve ilerleme çizelgesi yaptık. Buradan yola çıkarak planlı ve programlı ilerledik. [YG_T_6]

Akıllı şehir tasarımı projesinde ise Kepler 1 grubu ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı önceden her adımlarını planladıklarını ve planlı olunca problem yaşamadıklarını belirtmişlerdir. FBÖA'ların bu düşüncelerinden akıllı şehir tasarımı projesinde planlı olma konusunda zorluk yaşamadıkları söylenebilir. FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

K1_2: En önemli şey plan. Biz daha ilk dersten planı oturtmuştuk. Hocayla konuşmuştuk. Şu günde şunu yapacağız bugünde şunu yapacağız. Ayrıca cumaya sunumu yetiştireceğiz diye.

K1_1: Neyi nasıl yapacağımızı kafamızda kurduktan sonra elimizde malzemeler aklımızdaki malzemeleri birleştirip böyle bir şey yaptık. İkinci de böyle oldu ama sera da hiç öyle olmadı.

K1_3: Akıllı şehirde her şeyi öncesinden kurguladık. Malzemelere, uygulama sıralamasına kadar o şekilde yaptık ve hiçbir sıkıntı yaşamadık. [GG_K1]

Fikirleri ürettikten sonra malzemeleri almaya başladık, çok az bir malzeme ile projemizi yaptık diğer gruplara göre. Sizden sensörleri aldık, karton aldık. Onun dışında sizden ek bir talepte de bulunmamıza gerek kalmadı. Planlı gidince her şeyin olduğunu gördük. Projemizde hiçbir sıkıntı olmadı, planlı bir şekilde ilerledik. [GG_K2_2]

Akıllı sera tasarımı projesinde zamanı yönetme konusunda zorluk çekilmesinin aksine FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir projesinde zamanı etkin kullanmayı öğrendiklerini söylemişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı akıllı şehir tasarımı projesine daha fazla vakit ayırdıklarını ve bu zamanı verimli geçirdiklerini dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden zamanı yönetmede zorluk yaşamadıkları görülmektedir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle paylaşmıştır:

Zamanı daha etkin ve daha verimli kullandık akıllı şehirde. [GG_EC_5]

MC_3: Akıllı şehir tasarımına çok fazla vakit ayırdığımızı düşünüyorum.

MC_1: Sona bırakmamak konusunda ders aldık hocam sonuna kadar kullandık zamanı her şey çalışıyordu.

MC_2: Daha hızlı olmamız gerektiğini daha fazla vakit ayırmamız gerektiğini daha fazla uğraş verdik aslında ikincisinde daha fazla vakit ayırdık bunun artısı oldu bizim için. [GG_MC]

Sonuç olarak, yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurmanın ve kodlama yapmanın eğitimin kolay yönleri olduğu görülmektedir. Ayrıca, FBÖA'lara ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı proje ürününü geliştirirken devre kurmanın, kodlama yapmanın, sensör kullanmanın, günlük hayatla ilişkilendirmenin, malzeme seçiminin, problem durumu bulmanın, prototip oluşturma, tasarım yapmanın, işbirliği yapmanın, çözüm üretmenin, planlı olmanın, zamanı yönetmenin kolay geldiği görülmektedir.

4.2.1.1.1.6. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Zor Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde ve projelerde zor bulunan yönler ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.22'de sunulmuştur.

Tablo 4.22

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Zor Bulunan Yönler Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde zor bulunan yönler hakkındaki görüşler	Devre elemanlarının yapısı hakkındaki görüşler
	Devre kurma hakkındaki görüşler görüşler
	Direnç hesaplama hakkındaki görüşler
	Kodlama yapma hakkındaki görüşler
	mBlock kullanımı hakkındaki görüşler
	Algoritma yazma hakkındaki görüşler
	İşbirliği yapma hakkındaki görüşler
	Malzeme seçimi hakkındaki görüşler
	Karşılaşılan problemleri çözme hakkındaki görüşler
	Olası sorunları düşünme hakkındaki görüşler
	Çözüm üretme hakkındaki görüşler
	Planlı olma hakkındaki görüşler
	Tasarım yapma hakkındaki görüşler
	Zamanı yönetme hakkındaki görüşler
	Yaratıcı düşünme hakkındaki görüşler

Tablo 4.22'ye göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde zor bulunan yönler devre elemanlarının yapısı, devre kurma, direnç hesaplama, kodlama yapma, algoritma yazma, mBlock kullanımı ve proje tasarlama şeklinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde yaptırılan projelerde zor bulunan yönler devre elemanlarından bir olan sensörlerin kullanımı, devre kurma, kodlama yapma, işbirliği yapma, malzeme seçimi, karşılaşılan problemleri çözme,

olası sorunları düşünme, çözüm üretme, planlı olma, tasarım yapma, zamanı yönetme ve yaratıcı düşünme şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar aynı şekilde devre kurmayı, kodlama yapmayı, malzeme seçimini, işbirliği yapmayı, çözüm üretmeyi, planlı olmayı ve zamanı yönetmeyi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kolay bulunan yönler olarak ifade etmişlerdir. Aynı kodlara eğitimde kolay bulunan yönler hakkındaki görüşler kısmında da değilnilmiştir. Ayrıca, FBÖA'lar devre kurmadan, kodlama yapmadan, tasarım yapmadan ve yaratıcı düşünmeden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde sevilen yönler alt kategorisinde bahsetmişlerdir.

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı yansıtıcı günlüğünde devre elemanlarından biri olan Arduino Uno R3 kartının yapısını anlamakta zorlandığını söylemiştir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Arduino Uno R3'ü tanıdık. Bu işlem kartını tanımak ve anlamak benim için zordu. [YG_JC_3]

Josephine Cochrane grubundan iki farklı öğretmen adayı yansıtıcı günlüklerinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurmak için kullandıkları ve devre elemanlarından biri olan deney tahtasının yapısını anlamakta zorlandıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

En zoru breadboard'u anlamak ve tanımak oldu. Hangi kısımların birbirleriyle bağlantılı olduğu ya da nasıl çalıştığını anlamak zorlayıcıydı. [YG_JC_3]

Breadboard'u kullanmak bu sefer de bizim için zorlayıcı oldu çünkü üçüncü LED'i breadboard'da birbiriyle bağlantılı olmayan yere takmıştık. [YG_JC_3]

Josephine Cochrane grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre elemanlarından biri olan rölenin kullanımı ve bağlantısını yapma ile ilgili zorluk yaşadıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

İlk başta rölenin nasıl bir işlevi olduğunu anlayamamıştım orada biraz zorluk çektim. Daha sonra devreyi kurmaya başlamadan önce grup arkadaşlarımızla fikir alışverişinde bulunarak rölenin işlevini anladım ve devremizi kurmaya başladık. [YG_JC_1]

Derste zorlandığım yer adı röle olan devre elemanın işlevini ve lamba ile aralarında nasıl bir ilişkisi olduğunu anlayamamıştım. [YG_K1_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde projelerini tasarlarken o güne kadar derslerde öğrendikleri sensörleri kullanmışlardır. Kepler 1 grubu ve El-Cezeri grubu akıllı sera projelerinde sensörlerinin çalışmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları devre elemanlarından bir olan sensörleri kullanmada ve çalıştırmada zorluk yaşadıklarını aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

K1_2: Akıllı serada da biz ışık LED yakamamıştık. Öyle bir sıkıntımız olmuştu.

K1_3: Akıllı serada sensörlerimiz çalışmamıştı ya. Sensör kullanımı hakkında biraz sıkıntı yaşadık serada.

K1_1: Su motorunda. Çalışmadı ve çalışmadığı zaman biz sorunun nereden kaynaklandığı hakkında bir fikir üretme şansımız olmadı. [GG_K1]

EC_1: Su motoru çalıştırma. Toprak, nem sensörü.

EC_2: Nem sensorunun işte o değeri değişince yani... O değişmese yoksa kurmada, kodlamada hiçbir sıkıntı olmuyor.

EC_3: Motoru durdurmada, çalıştırmada bazen yer yer...

EC_2: Biraz orada sıkıntı oluyor. Yani o değer sürekli değişince, toprak ister istemez, biz bir kere deniyoruz toprağı nemlendiriyoruz. Biz aslında yeterli toprağımız olmadığı için bize tekrar kuru, baştan sıfır kuru toprak yapsak, aslında değerimizi buluyorduk. Nemlenince bulduğumuz değer bir işe yaramıyordu. Bir daha... Bir daha deniyoruz ve daha çok nemleniyor. Bu sefer ikinci bulduğumuz da bir işe yaramıyordu. [GG_EC]

Kepler 2 grubundan iki öğretmen adayı yansıtıcı günlüklerinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurarken fazla bağlantı kablosu kullanıldığından kabloların devre üzerinde nereye bağlanacağı konusunda zorluklar yaşadıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Devre kurarken kablolar çok olduğunda onlar karışıyor. Ne nereye bağlanmıştı diye ya da çıkan kablo varsa bu nereden çıktı acaba diye bir karışıklık olabiliyor. Bu gibi durumlarda genelde zorluk yaşıyorum. Bir de su motorunu bağlama da tekrar yapmaya kalksam sanırım onda zorlanırım. Duy takma konusunda da öyle duydan çıkan kabloların nereye bağlanacağı konusunda. [YG_K2_1]

Devre kurarken birden fazla devre kurduğumuz için kabloları kısa kullandığımızdan kablolar çok fazla karışıyor ve bir sorun olduğunda sorunun neyden kaynaklandığını bulmakta sıkıntı yaşıyorum. [YG_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirirken birden fazla sensör kullanıp bu sensörlerin devrelerini aynı deney tahtası (breadboard) üzerinde kurmuşlardır. FBÖA'lar devreyi kurarken birden fazla sensör kullandıkları ve fazla kablo kullandıkları için devre kurmada zorluk çektiklerini ifade etmişlerdir. Tesla grubundan ki öğretmen adayı düşüncelerini şöyle belirtmişlerdir:

Akıllı sera devrelerini kurmakta zorlandım nedeni ise farklı sensörler kullanmaktı. Yani kablo karışıklığından dolayı bir yerde sıkıntı olduğunda hangisinin olduğunu anlamakta zorlandım. [YG_T_2]

Materyalimizi yaptıktan sonra devreyi kurmakta zorlandım. Birçok devreyi kurmak karışıklığa yol açtı. Devreleri tek tek kurabildik ama uzatma kabloları kullandığımız için bir sorun anında bunları takip etmek zor oldu. Bu yüzden zorlandığımı düşünüyorum. Yani devreyi projeye uyarlamak zor geldi, daha öncelerde direkt devre olarak kurduğumuz için materyal üzerine kurmak zorladı. Aynı zamanda üç sensör kullandığımız için de karışmış olabilir. [YG_T_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı proje ürününü geliştirirken akıllı sera tasarımı projesinde söyledikleri gibi devre kurmada güçlük çektiklerini ifade etmişlerdir. Tesla ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Devre kurmada biraz zorlandık. Çok fazla kablo olduğu için kabloları ve pinleri sürekli kontrol etmek durumunda kaldık. Kabloların çokluğu kafamızı karıştırdı. [YG_T_6]

Ben en çok birçok devre kullandığımız için her birinin nasıl kurulduğunu karıştırdım. [YG_EC_5]

Tesla grubundan iki öğretmen adayı yansıtıcı günlüklerinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurmak için devreye kaç ohm'luk direnç gerektiğini hesaplamanın zor olduğunu söylemişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Derste zorlandığım kısım devreye kaç ohm direnç gerektiğini hesaplamaktı. [YG_T_5]

Devrede ne kadar direnç kullanmamız gerektiğinin hesabını yaptık bu kısımda biraz zorlandım. [YG_T_3]

Tesla grubu grup görüşmelerinde ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı yansıtıcı günlüklerinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde kodlama yapmanın zor olduğundan bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

Derste zorlandığım yer genel olarak bu zamana kadar olan bütün sensörlerde zorlandığım yer ile aynı. mBlock'ta kod yazmak düşündüğüm kadar kolay olmadı. Devre kurmayı her ne kadar kavrayabilsem de kurduğum devreyi mBlock'a aktarmak ve yazılan değerlerin nedeninin tam karşılığını bulamamak konusunda zorlansam da yine de günün sonunda bana çok şey katmış oluyor bu ders. [YG_T_4]

T_2: Kodlamada zorlandık.

T_5: Bizim tek sıkıntımız kodlamaydı

T_6: Sizin Edmodoya attıklarınızdan öğrendik

T_5: Takıldığımız yerde zaten size geldik. [GG_T]

Kodlama yapmayı zor olarak bulan öğretmen adaylarının aksine, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde kodlama yapmanın kolay olduğunu bir önceki kolay bulunan yönler alt kategorisinde ifade eden öğretmen adayları da bulunmaktadır. FBÖA'lar zamanla ilk önce dijital sensörleri, analog sensörleri, daha sonra birden fazla sensörü bir arada kullanmışlardır. Bu süreçte analog sensörleri kodlarken değişken oluşturma, değişkenler arasında bağlantı kurma, analog sensörler için değer okuma ve değer verme, eğer ise ve değil ise bloklarının kullanımında zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları yaşadıkları zorlukları görüşlerinde şu şekilde ifade etmişlerdir:

LED'i söyleyeyim hocam. Mesela LED çok kolay olduğu için zaten ilk ders kodlamaya meraklı olmamızın sebebi oydu. Çünkü basitti ve hepimiz öğrendik. Ama zaman ilerleyip 2-3 değişken ile uğraşmaya başlayınca zorlandık biraz birleştirmede. Aralık belirleyemedik, aralık bu mu olacaktı, bunu nasıl birleştireceğiz derken karıştırdık biraz. [YG_K2]

Kod yazmayı hızlandırıp geliştirmem gerekiyor. Kodlamadaki en büyük eksikim birden fazla değişken arasında bağlantı kurarken zorlanmamdı. [YG_K2_2]

Derste kodlamada zorlandığım yer yine önceki hafta gibi büyüktür küçüktür ifadesiydi. [YG_T_6]

T_2: Nem sensörü değeri okumakta sıkıntı yaşadık.

T_3: Değer okumalar genel olarak sıkıntılıydı.

Grupça: Analog sensörlere ara değerler vermede zorlandık. [GG_T]

EC_3: İkili kullandıklarımız var ya hocam mesela. Mesafe sensoruyla işte LED veya herhangi bir şey.

EC_2: Bir de ne zaman düşük ne zaman yüksek yapacağımızda eğer ise değil ise de zorlandık. [GG_EC]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirirken kodlama yapmada zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı birden fazla sensörün kodlamasını yaparken zorlandıklarını belirtmiştir. Tesla grubu ise analog sensörlere kodlama yaparken değer vermede zorlandıklarından bahsetmiştir. FBÖA'lar görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Kodlamayı yapmakta biraz güçlük yaşadık. [YG_T_4]

Bu uygulamamızda (sera tasarımı) 3 sensör kullandık ve bunun kodlamasını birbiriyle bağlarken zorlandık. [YG_T_6]

T_4: Serada zorlandık, yağmurda, nem sensörünü kodlamada zorlandık

T_6: Değerleri yazamadığımız için

T_1: Değerlerden zorlandık

T_2: Değer okumakta problemimiz var. [GG_T]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı proje ürününü geliştirirken çeşitli sensörleri bir arada kullanmışlardır. Kepler 1 grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı akıllı sera tasarımı projesinde de bahsedildiği gibi birden fazla sensörü kodlamada zorluk yaşadığını söylemişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı özellikle kodlamayı yaparken kullandıkları analog sensörlerinin değerlerini okumada sıkıntı yaşadıklarını ifade etmiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Kodlama konusunda ben genel olarak sıkıntı yaşadığım için bu projede de kodlama yaparken zorlandım. Özellikle aynı anda iki sensör çalıştıracığımız için bu beni biraz daha fazla zorladı. [YG_K1_3]

Kodlama esnasında zorlandığım kısım yağmur sensörü ile servo motoru birlikte nasıl kodlayacağımı düşünmek oldu. [YG_MC_2]

Devreleri kurduktan sonra kodlamaları yaparken sensör değerleri okumada zorlandık ve PIR sensöründe sıkıntı yaşadığımız için mesafe sensörünü kullandık. [YG_T_3]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde proje ürünü geliştirirken kodlama yapmayı zor olarak bulan öğretmen adaylarının aksine, kodlama yapmanın kolay olduğunu bir önceki kolay bulunan yönler alt kategorisinde ifade eden öğretmen adayları da bulunmaktadır.

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde mBlock görsel kodlama platformunu kullanmada zorluk yaşadığını belirtmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde dile getirmiştir:

Kodlama yapmakta sıkıntım var gibi biraz orada zorlanıyorum, yine sözel olarak ne yapmam gerektiğini biliyorum ama mBlock'taki diliyle kodlama da biraz sıkıntı yaşıyorum. [YG_JC_1]

Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde algoritma yazarken zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu düşüncelerini şöyle belirtmişlerdir:

Algoritma yazmada zorlandım. [GG_MC_3]

Kodlamayı yapmadan bir algoritma oluşturmamız gerekiyordu ve algoritma yazarken zorlandık. [YG_SJ_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirme çalışmalarında görev paylaşımı yaparak herkesin eşit görev yapması gerektiğini ve iyi bir işbirliği içinde olmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Fakat Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı görev paylaşımı ve işbirliği konusunda gruplarının güçlük yaşadığını ve başarısız olduklarını düşünmektedirler. Öğretmen adayları bu görüşlerini şu şekilde açıklamışlardır:

Grup çalışması yapılırken herkesin fikrini dile getirip ortak kararlar alınıp sonrasında görev dağılımı yapılarak herkes üzerine düşen görevi yerine getirdiğinde başarılı olacağını düşünüyorum. Maalesef K1 grubu olarak biz bu projemizde bunları sağlayamadığımızdan sıkıntılar yaşadık. [YG_K2_1]

Grup çalışması pek iyi değildi. Grubumuzda iyi bir işbirliği içerisinde çalışmadık. Çünkü bazı kişiler görevlerini yerine getirirken bazı arkadaşlar umursamıyor bile. Pek bir araya gelemedik. Kimsenin zamanı uymadı. Bazı arkadaşlar grup çalışması olduğu halde eşit görev dağılımı olmadı. [YG_SJ_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirme çalışmalarında projeye başlarken malzeme seçimi kısmında sorunlar yaşadıklarını dile getirmişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı proje problem durumuna çözüm üretme kısmına fazla zaman ayırdıklarından projelerine uygun malzemeler seçemediklerini, bunun aksine Kepler 1 grubu proje problem durumuna çözüm üretmeden rastgele malzemeler aldıklarını ve bu yüzden alınan malzemelerle bir şeyler üretmeye çalıştıklarını söylemektedirler. Öğretmen adayları yaşadıkları bu zorluğu şöyle açıklamışlardır:

Zorlandığımız kısım malzeme kısmı oldu. Çünkü düşünme kısmında çok zaman harcadık ve malzemelerin çoğunu arkadaşlarımız almıştı yeterli malzemeyi alamadık. [YG_MC_3]

K1_2: Maket tasarımı serada sanırım herkes yığılma olmuştu sınıfta. Tasarıma ilk başladığımızda.

K1_3: Biz ne yapacağımızı bilmeden bir şey kalmayacak diye ne bulduysak almıştık. Malzeme alırken biz yapacağımız şeyler doğrultusunda malzeme almamış olduk. Aldığımız malzemeler doğrultusunda bir şeyler yapmaya çalıştık. [GG_K1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera projelerini tasarlarken su motorunu çalıştırma gibi sorunlarla karşılaşmışlardır. Tesla grubundan bir öğretmen adayı sera projelerinde karşılaştıkları problemleri çözmede güçlük yaşadıklarını belirtmiştir. Kepler 2 grubu ise akıllı sera tasarımında karşılaştıkları sorunlarda dersin sorumlusuna başvurdıklarını, akıllı şehir tasarımı projesinde sorunları kendilerinin çözmeye çalıştıklarını söylemişlerdir. FBÖA'lar akıllı sera tasarımı projesi tasarımında karşılaştıkları problemleri çözme konusunda sıkıntı yaşadıklarını aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Prototip de olsa dayanıklı olması gerekirdi. Su motorunda sorun yaşamak beni ve grup arkadaşlarımla canını sıktı. Birçok şey deneyerek sorunu çözmeye çalıştık ama bu bize zor geldi çünkü ne yapsak bu sefer karşımıza başka bir sorun çıkıyordu bu bizi yıldırdı. [YG_T_3]

Öncesinde, bir önceki projede, yani sera projesinde gerçekten size bel bağladık. Bir sorun oluyordu, bu nereden kaynaklanıyor diye araştırmak yerine direk size soruyorduk. Ama ikinci projede, akıllı şehirde ise biz kendimiz çözmeye çalıştık. [GG_K2_1]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirme çalışmalarında problem durumuna çözüm üretebildiklerini fakat daha sonra projeyi tasarlarlarken bu çözümü uygulamada sorun yaşadıklarından bahsetmiştir. Diğer bir deyişle öğretmen adayı çözüm üretirken uygulamada karşılaşılabilecekleri sorunları düşünmenin zor olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adayı bu görüşünü şu şekilde betimlemiştir:

Gerçekte üretilen çözümler hayata geçtiğinde hiç de düşünüldüğü kadar basit olmadığını gördük yani probleme çözüm üretme aşamasında çok küçük ayrıntılar önemli olmazken projeyi yapma aşamasında bu küçük ayrıntılar büyük sorun olarak çıktı karşımıza. Mesela su motoru kullanımı, prototipte su motorunu bağlayalım ve projede işte şu görevi görsün dedik. Fakat su motorunun basıncını problem çözme aşamasında göz önüne almak hiç de kolay bir şey değil bence. [YG_T_2]

Kepler 2 grubu ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirme çalışmalarında probleme üretilen çözümlerin özgün olmadığını ve projelerin birbirlerine benzediğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları özgün çözümler üretemediklerini söylemişlerdir. Bu konudaki düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

K2_2: Bence hiç kimsenin özgün fikri yoktu hocam.

K2_1: Çok özgün bir şey değildi. Düşünülebilecek bir şeydi. Ben bunu düşünemezdim diyeceğimiz bir şey yoktu ilk projede. [GG_K2]

Serada hep aynı sorunun üzerine odaklandığımız için herkesin projeleri birbirine benziyordu. [GG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde sunulan problem durumuna yönelik birden fazla çözüm sunmuşlardır. Tesla ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı problem durumuna yönelik çözüm üretmede zorluk çektiklerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Çözüm önerisi üretirken biraz zorlandık. Çünkü projemizin özgün ve kullanışlı olmasını istiyorduk. [YG_T_6]

Çözüm üretirken grup olarak biraz zorlandık. [YG_EC_1]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı proje ürününü geliştirme çalışmalarında sınıf arkadaşlarının proje yaparken planlı olmadıklarından bahsetmişlerdir. FBÖA'lar plan yaparak projelerine başlamadıkları için diğer grupların zorlandıklarını düşünmektedirler. Öğretmen adayları bu görüşlerini şu şekilde betimlemişlerdir:

Diğer grupların en büyük özelliği mesela sera projesinde direkt malzemeleri gidip etkinliği yapmaya çalıştılar ama ne bir problemi düşündüler ne araştırmayı düşündüler plansızca hareket ettiler. Bizim en büyük avantajımız ilk önce doldurduk hangi malzemeleri eksik ne yapalım dedik önce prototipi oluşturduk daha sonra yapmaya başladık en büyük avantajımız buydu zaten diğer grupların problemi de buydu. [GG_T_2]

Problem durumunu görür görmez malzemelere koşan arkadaşlar projenin sonlarına doğru işin teknoloji kısmında oldukça zorlandılar çünkü plan ve program yapmadan projeye başladılar. [YG_T_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera projelerinin tasarımını yaparken kendilerine verilen malzemeleri tasarımda nereye yerleştirecekleri, nasıl bir tasarım yapacakları, kurdukları devreyi projeye nasıl entegre edecekleri ve projenin estetiksel olarak görünümü konuları hakkında güçlükler yaşadıklarını ifade etmişlerdir. FBÖA'lar bu görüşlerinden şöyle söz etmişlerdir:

Hocam mesela fotosentez kısmında sera içinde olabilir diye düşündük bu bizim bildiğimiz bir şeydi bölümümüzle alakalı olduğu için. Ama mesela dedik ki bunu nereye takacağız bunu nereye koyacağız tasarımını biraz yapmak bizim için sıkıntı oldu. [GG_MC]

Hangi sensörleri kullanacağımız belliydi ama hani nasıl bir tasarım yapsak diye düşündük. Tasarımda zorlandık. Üçgen mi işte dairesel mi. Ama bunda mesela akıllı şehirde tasarımda bence çok zorlanmadık. [GG_EC]

SJ_1: Devreyi entegre ettik tasarımımıza. Sera'ya göre, Sera'da entegre edememiştik

SJ_3: Devrelerin yerleştirilmesi serada kötüydü akıllı şehirde düzelttik.

SJ_4: Özellikle devre yerleşimi doğru yani, devre yerleştirme konusunda Sera'daki çok büyük sıkıntıydı. [GG_SJ]

K1_3: Estetiksel açıdan da hiç hoş değildi. Çok zaman ayıramadık.

K1_1: Sensörlere çok zaman ayırınca estetik açıdan pek geliştiremedik

K1_3: Estetik açıdan hangisi söylesek. Serada estetik sıfırdı. Aslında problemimiz güzel olabilir ama daha da geliştirebilirdik. Mesela ampulü başka yere takabilirdik. [GG_K1]

MC_2: Biz daha farklı şeyler de düşünmüştük mesela karbondioksit sensörü kullanmayı da düşünmüştük. Ama o elimizde olmadığı için kullanamadık bu genelde imkân ile alakalı bir şey. Onun dışında görsel olarak. Daha güzel bir tasarım yapabiliirdik.

MC_3: Zamanımız yetmedi süsleyebilirdik serayı

MC_2: Daha güzel bir tasarım olabileceğine inanıyordum. [GG_MC]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı projeleri için birçok fikir üretebilmişlerdir. FBÖA'lar bu fikirleri uygulamaya geçirmek için nasıl bir tasarım yapmaları gerektiğine karar vermede zorluk yaşadıklarını dile getirmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve El-Cezeri grubu düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Projeye başlarken ilk olarak nasıl bir sera tasarlayacağımıza karar vermede zorlandık. Burada da asıl zorlandığımız kısım seramızda biz sıcaklık sensörünü de kullanmayı düşünmüştük ama sıcaklığı düşürüp yükselmeyi nasıl yapacağımıza ve ısıyı nasıl dengeleyeceğimize karar veremedik ve yapmakta zorlanacağımızı düşündük. [YG_JC_1]

Tasarımı nasıl yapacağımıza karar vermede zorlandık. [GG_EC]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı şehir tasarımı projesinde probleme yönelik çözümler ürettikten sonra çalışma kağıtlarına çizdikleri prototiplerini uygulamaya geçerek tasarımlarını yapmışlardır. El-Cezeri ve Marie Curie grubundan bir

öğretmen adayı projelerinin tasarımlarını yaparken sıkıntılar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları yaşadıkları zorlukları şu şekilde belirtmişlerdir:

Yaptığımız güneş fırını evimizin çatısına monte ederken zorlandık. Ben kendim en çok maket kurulumunda yani mühendislik kısmında zorlandım. [YG_EC_2]

Kapak tasarlama konusunda ve çıkışın ipi sarması konusunda zorlandık. Bu nedenle tasarımımızda bazı değişiklikler yaptık. [YG_MC_2]

FBÖA'lardan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde projelerini tasarlarlarken mühendislik tasarım sürecini içeren çalışma kağıtlarını doldurmaları istenmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı çalışma kağıdını doldururken mühendislik tasarım sürecinin bir bileşeni olan projenin prototipini çizmede zorlandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde açıklamışlardır:

Prototip çizmede zorlandık. Düşündüğümüz şeyi çizdiğimizi düşünmüyorum. Çizdiğimiz ile düşündüğümüzün arasında dünya kadar fark var. [GG_MC_3]

Derste zorlandığım kısım tasarladığımız serayı çizmek oldu. [YG_SJ_6]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı projelerini tasarlarlarken zamanı planlama ve etkili bir şekilde kullanma konusunda zorluk yaşadıklarını söylemişlerdir. Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı zaman yönetimi ile ilgili sıkıntılarını aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Biz akıllı serada daha fazla zaman kaybettik projenin tasarlanması aşamasında. Bu da ilk kez karşılaşıyor olmamız içindi. İkinci projede bu tecrübeleri kullandık. İlkinde sunumu eve bırakmıştık birlikte hazırlamamıştık ikincisinde buna ek olarak hem ders planını hazırladık ve sunumu hazırladık birlikte. [GG_T_3]

Zamanın kısıtlı olması nedeniyle projeyi yetiştirmekte sıkıntı yaşadık. [YG_SJ_3]

Son olarak, Tesla grubu, Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinde yaptıkları projelerde yaratıcı düşünmenin zor olduğunu şöyle ifade etmişlerdir:

Yaratıcılıkta çok zorlandık proje açısından söylüyorum. Bunun sebebi de biz bu zamana kadar yaratıcılıkla ilgili çok bir şey yapmadık bilgi verildi biz aldık kullandık. Yaratıcılığımız biraz köreltildi gibi bizim zorlanmamızın sebebi buydu bence. Belki biraz daha özgün fikirler bulabilirsek yansıtabilirdik bunu, Arduino Uno R3 kullanmasında sıkıntı yaşamadık ama. [GG_T_3]

Nasıl bir proje geliştirebileceğimiz üzerinde detaylı ve yaratıcı düşünmekte zorlandım. [YG_SJ_2]

Herkes: Yaratıcı düşünmede güçlük yaşadık. Fikir çıkaramadık ortaya. Çıkardıklarımız da özgün olmadı. [GG_T]

4.2.1.1.1.7. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Sevilen Yönler Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde sevilen yönler ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23'e göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde sevilen yönler Arduino Uno R3'ü pille çalıştırma, devre kurma, kodlama yapma, günlük hayatla ilişkilendirme, kolay edinilebilir malzemeler kullanma, probleme çözüm üretebilme, sensörler, devrenin çalışması, tasarım yapma ve ürün oluşturma şeklinde sınıflandırılmıştır. Ayrıca, FBÖA'lar devre kurmadan, kodlama yapmadan, tasarım yapmadan ve yaratıcı düşünmeden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde zor bulunan yönler alt kategorisinde bahsetmişlerdir. Ek olarak, FBÖA'lar devre kurmadan, kodlama yapmadan, tasarım yapmadan ve dersi günlük hayatla ilişkilendirmeden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kolay bulunan yönler alt kategorisinde bahsetmişlerdir.

Tablo 4.23

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Sevilen Yönler Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde sevilen yönler hakkındaki görüşler	Arduino Uno R3'ü pille çalıştırma hakkındaki görüşler
	Devre kurma hakkındaki görüşler
	Kodlama yapma hakkındaki görüşler
	Dersi günlük hayatla ilişkilendirme hakkındaki görüşler
	Kolay edinilebilir malzemeler kullanma hakkındaki görüşler
	Probleme çözüm üretebilme hakkındaki görüşler
	Sensörler hakkındaki görüşler
	Devrenin çalışması hakkındaki görüşler
	Tasarım yapma hakkındaki görüşler
	Ürün oluşturma hakkındaki görüşler
	Yaratıcı düşünme hakkındaki görüşler

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde ve yaptıkları projelerde Arduino Uno R3'ü bilgisayara bağlı kalmaksızın pil kullanarak istedikleri yere monte edebilmekteydiler. Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı bilgisayara bağlı olmadan Arduino Uno R3 kartına yükledikleri kodu çalıştırabilmeyi sevdiklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

En sevdiğim kısım Arduino Uno R3'ü bilgisayara bağlamak zorunda kalmamızdı. [YG_T_1]

Benim bilgisayara bağlı kalmadan kodu Arduino Uno R3'e yüklemek hoşuma gitti. Hani bütün kabloları çıkartıyorsun projenin içinde pille çalışıyor o çok güzel oluyor. [GG_MC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde en çok devre kurmaktan hoşlandıklarını söylemişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Kod yazmak bana çok zor geliyordu. Hepimizin öğrenebileceğini düşünmüyordum. Onu öğrenmek çok eğlenceli olmuştu ama daha sonra devre kurulumu bana cazip gelmeye başladı. En sevdiğim kısım devre kurma kısmıydı. Yani şu an favorim devre kurulumu. [GG_K2_2]

Uygulamaları yaparken genellikle en sevdiğim kısım devre kurmak oluyor. Her derste farklı ve güzel etkinlikler yapıyoruz. Artık devre kurmakta bir sıkıntı olmadığını düşünmüyorum. [YG_EC_1]

Devre kurmayı çok seven FBÖA'lar bulunmaktayken kodlama yapmayı çok seven FBÖA'lar da bulunmaktadır. Steve Jobs grubundan, Josephine Cochrane grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde en çok kodlama yapmaktan hoşlandıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adaylarını görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Bu etkinlikte (röle) en sevdiğim kısım kodlama yapmak oldu. [YG_JC_4]

Bu uygulamada (yağmur) ise en sevdiğim kısım mBlock programından kodlama yapmak kısmı oldu. [YG_EC_1]

En sevdiğim kısım kodlama. [GG_SJ_6]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikleri gerçek yaşamlarında karşılaştıkları problemlerle veya durumlarla ilişkilendirmeyi sevdiklerini söylemişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı eğitimde en sevdikleri yönle ilgili düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Devre kurup günlük hayatta ilişkilendirmek bu dersin en sevdiğim yanı olmaya başladı. [YG_K2_1]

Bugünkü derste en sevdiğim kısım LDR yani ışık şiddeti algılayıcısına dayalı güncel örnekler üzerinde tartışmamız oldu. Bugünkü etkinlik polis arabalarının lambalarına ve sirenlerine ilişkin bana oldukça iyi bir fikir verdi. [YG_SJ_2]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde günlük yaşamda kolayca ulaşılabilecek malzemelerin kullanılmasını en sevdiği yön olarak belirtmiştir. Öğretmen adayı eğitimde en sevdiği yönle ilgili düşüncesini şöyle betimlemiştir:

Bugünkü derste (röle-duy) günlük hayatımızda kullandığımız malzemeleri kullanmak benim en sevdiğim kısımdı. [YG_SJ_5]

Tesla grubundan iki öğretmen adayı, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde araştırmacı tarafından verilen problem durumları karşısında fikirler üretmekten ve problemlere çözüm üretebilmekten keyif aldıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Şöyle bir durum var bir problemle karşılaştık ve bunu biz çözdük onu çözebiliyor olmayı sevdim yani en çok bu mutlu etti. [GG_T_3]

Yeni bir şeyler tasarlamak kendi fikrini ortaya koymak en güzel kısmıydı. [YG_T_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde çeşitli sensörler kullanmışlardır. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı eğitimde kullandıkları sensörleri sevdiklerinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle belirtmişlerdir:

Yağmur sensörü devresini kurarken de kodlarken de hoşuma gitti. Yağmur sensörünü sevmemin nedeni de aslında nasıl yapacağımızı anlamamdı. Anladığım için daha çok ilgi duydum devreyi kurar ve kodlarken. [YG_SJ_1]

Bugünkü derste park sensörünün mantığını anlamak hoşuma gitti. Diğer yandan yağmurla çalışan sensörde çok hoş ilerde kendi evinde bile uygulayabilir insan. [YG_SJ_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurup kodlamayı yaparak kodu Arduino Uno R3'e aktarmışlardır. Bundan sonra eğer devrede ve kodlamada hiçbir sıkıntı yoksa devre çalışmaktadır. Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı yaptıkları devrenin çalışıyor olmasının eğitimde en sevdikleri yön olduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir:

Derste en sevdiğim kısım devre kurmayı ve kodlama yapmayı bitirdikten sonra robotun çalışıp çalışmayacağını test edeceğimiz an oluyor. Heyecanla bekliyoruz eğer sorunsuz çalışıyorsa çok seviniyoruz. [YG_JC_4]

Yine her zaman ki gibi en zevkli kısım her şeyi yapıp sensörü çalıştırdığımız zaman en sevdiğim kısım oldu. [YG_JC_3]

En sevdiğimiz kısım düzeneklerin çalışmasıydı. Özellikle buzzer ve LED de ses çıkarınca ve ışık yanınca çok mutlu olmuştuk. [GG_MC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projelerini yapmışlardır. FBÖA'lar proje planını yapmayı ve projeyi tasarlamayı çok sevdiklerini belirtmişlerdir. El-Cezeri grubundan, Tesla grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Proje tasarlamak çok hoşuma gitti. Akıllı sera yapmak da çok güzel bir etkinlikti. Proje yapım aşaması da çok zevkliydi. [YG_EC_1]

En sevdiğim kısım her şeyi planladıktan sonra elimizdeki malzemeleri kullanarak projemizi hayata geçirmek oldu. Yani mesela estetik açıdan dış tasarımını düşünmedik ilk etapta, fakat elimizdeki malzemeleri kullanarak nasıl güzel ve estetik hale getirebiliriz diye düşündük ve ortaya gerçekten güzel bir proje çıktı. [YG_T_2]

Sera tasarımı en sevdiğim kısımdı. Çünkü o tarz etkinliklerle uğraşmak tasarım yapmak çok hoşuma gidiyor. [YG_SJ_1]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde projenin görselliğini düşünerek tasarlamaktan hoşlandığını ifade etmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle belirtmiştir:

Bu derslerde en sevdiğim kısım seranın görsel estetik kısmını yapmak oldu. [YG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi süreci sonlarında akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projelerini tasarlamışlardır. Josephine Cochrane grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı eğitim sürecinde somut ürün ortaya koymayı sevdiklerini söylemişlerdir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

En önemlisi de o kadar uğraşıp elimizde iki tane projenin olması yani somut bir şey gördük somut bir şey çıkardık, o çok önemliydi ve en sevdiğim kısım bu oldu. Yani ortaya bir ürün koymak bizi çok mutlu etti. [GG_JC_1]

En sevdiğim kısım materyalin oluşturulması ve devrelerle birlikte bunu kullanabiliyor olmaktı. [YG_EC_3]

Son olarak, Josephine Cochrane grubundan ve El Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde yaratıcı düşünmekten zevk aldıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adayları fikirlerini aşağıdaki gibi belirtmişlerdir:

Yaratıcı düşünmek ya da düşünmeye çalışmak beni mutlu etti. [YG_JC_3]

Etkinlik hakkındaki düşüncelerim ise hem grup paylaşımı yapıp hem de bir araya gelip yaratıcı fikirler ortaya koymamız oldukça güzeldi. [YG_EC_5]

4.2.1.1.1.8. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Verimliliği Hakkındaki Görüşler

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile etkinlikler yapmışlardır ve Arduino Uno R3 ile projeler tasarlamışlardır. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim sürecinin verimli geçtiğinden bahsetmişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı eğitim sürecinin verimli geçtiğini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Açıkçası çok kısa bir zaman olmasına rağmen çok verimli oldu. Siz bize günlük hayatta ilişkimizin olduğu çoğu sensörü tanıttınız. Tanıtamadığınız, bizim merak ettiğimiz sensörleri de zaten onlardan yola çıkarak kurmayı öğrendik, kavradık artık. Hani burada öğrenmediğim bir sensörü de ben artık kurabileceğime inanıyorum. Belki kodlamada biraz, Arduino Uno R3 kodunu mBlock'a çevirmekte zorlanabilirim ama kurulumda hiçbir sıkıntı yaşayacağımızı sanmıyorum. [GG_K2_2]

Eğitimin verimli olduğunu düşünüyorum. Normalde fen dersleri alıyoruz birinci sınıftan beri. Hani sürekli şunu şuraya bağla bunu buraya bağla yemek tarifi gibi deneyleri yapıyorduk, o şekilde ilerliyorduk. Ama burada neyi nereye bağlamam gerektiğini hepsini ben kendim planladığım için daha verimli olduğunu düşünüyorum. [GG_T_2]

Sonuç olarak, grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinin FBÖA'lara katkılar sunması ve süreçte FBÖA'ların aktif katılımları sağlanması bakımından verimli geçtiği düşünülmektedir.

4.2.1.1.2. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kullandıkları Teknolojiler ile İlgili Görüşleri

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kullandıkları Arduino Uno R3, mBlock görsel kodlama programı, Fritzing devre çizim programı ve Edmodo sanal sınıf platformu ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir. FBÖA'ların kullandıkları teknolojiler ile ilgili görüşleri alt kategoriler halinde sunulmuştur.

Tablo 4.24

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Kullandıkları Teknolojiler Hakkındaki Görüşleri

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kullanılan teknolojiler hakkındaki görüşler	Arduino Uno R3 hakkındaki görüşler
	mBlock görsel kodlama programı hakkındaki görüşler
	Fritzing devre çizim programı hakkındaki görüşler
	Edmodo sanal sınıf platformu hakkındaki görüşler

Tablo 4.24'e göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kullandıkları teknolojiler Arduino Uno R3, mBlock, Fritzing ve Edmodo şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Arduino Uno R3'ü kullanma yeterlikleri ile ilgili görüşlerini açıklamışlardır. 29 FBÖA'dan 27'si Arduino Uno R3'ü kullanma konusuna kendilerini yeterli gördüklerini belirtmişlerdir. Her gruptan bir kişinin görüşü aşağıdaki gibi ifade edilmiştir:

K1_2: Kendimde olayın içerisine girdiğim için hani şu anda baya yol kat ettiğimizi düşünüyorum. Devre kurma açısından olsun, kodlama olsun.

K1_3: Yeterli hissediyoruz yüzde yüz olarak olmasa da eksiklerimizi bir şekilde bundan sonra kendi kendimize halledebileceğimiz seviyedeyiz en azından düşünüyoruz. [GG_K1]

İlk başta zorlandım, o breadboardda kabloları galiba kısa tuttuğumuzdan da oldu. Kablolar çok karıştı, çok çıkıyordu. Sonra baktım ki aslında hepsi birbiri ile alakalı. Bir de hani hocam, sensör öğrenince iş daha çok kolaylaştı. Çünkü hep üstüne ekleyerek gittik ve hep birbiri ile ilişkilendirerek gittiğimiz için basitten karmaşığa gittiğimiz için daha kolay olmaya başladı. Mesela LED kurmak bize başta zor geliyordu ama karbon monoksit gazı sensörünü kurduk. O yüzden bence iyiyiz Arduino Uno R3'ü kullanmada. [GG_K2_2]

Ben grup olarak hepimizin iyi olduğunu düşünüyorum bu konuda. Zaten grup çalışmamızda da buna dikkat ettik, hepimiz hepsini tek tek yaptık yani. Şu an hepimiz bir devre kurmayı biliyoruz. Kodlama yapmayı biliyoruz. [GG_JC_1]

Bunu öğrendiğimizi daha çok geliştirmemiz gerektiğini tabii ki biliyorum. Ama bir devre kurduğumuz zaman en azından elimize aldığımız zaman yabancı kalmayız devreyi yaparız. Özellikle derste öğrendiğimiz belli başlı devreler bende oturdu programlar. Normal hayatta yapabileceğimizi biliyoruz. [GG_MC_2]

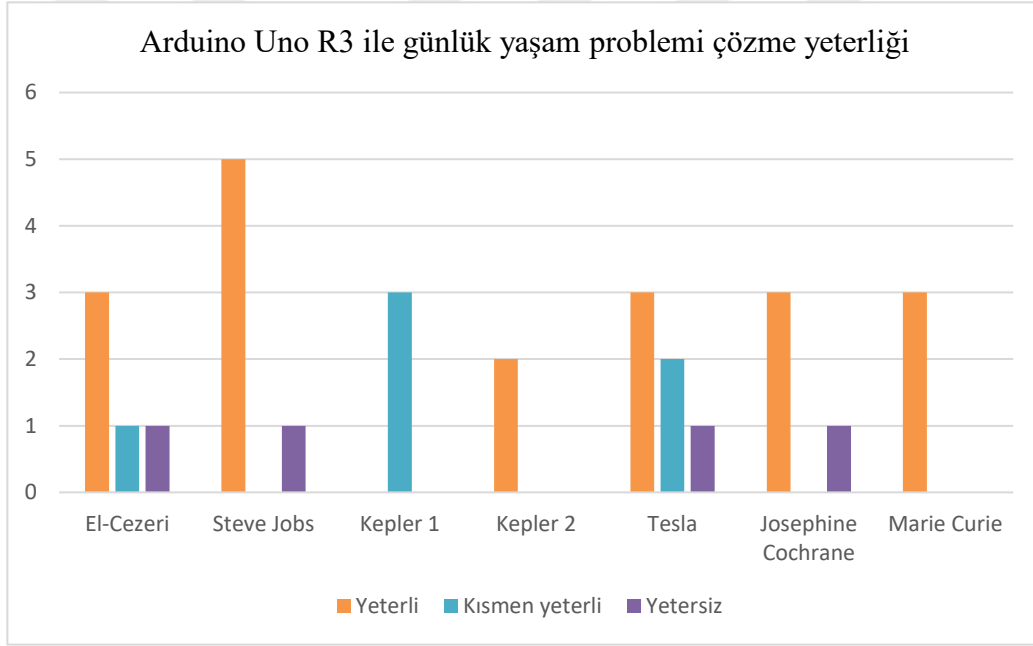
Proje sürecince hani emek verdiğimiz ve bu emeğin karşılıksız kalmadığını düşünüyorum. Devre kurma olsun, kodlama olsun, Fritzing olsun, hepsinde görev aldık ve hepsini yapabileceğimizi düşünüyorum. [GG_SJ_5]

Tam anlamıyla hâkim olamayız ama işin püf noktasını kaptık bundan sonrasını geliştirmek bizim elimizde. T_3'ün dediği gibi kitleri alarak kendimizi uğraşabiliriz. [GG_T_5]

Başta mesela çok fazla hani bir bilgimiz yoktu. Zamanla o bilgiler daha da gelişti. İlk başlarda Arduino Uno R3 karışık geliyordu ama yaptıkça iyi oldu, geliştik. [GG_EC_1]

FBÖA'lardan ikisi Arduino Uno R3'ü kullanma konusuna kendisini yeterli görmediğini belirtmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı (SJ_6) kendini yeterli görmediğini “Ben devre kurmada yetersiz olduğumu düşünüyorum”, El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı (EC_4) kendini yeterli görmediğini “Hocam kendimi ben o kadar yeterli görmüyorum açıkçası” diyerek belirtmiştir.

Ayrıca, FBÖA'lara grup görüşmelerinde Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerini çözmede kendilerini ne kadar yeterli gördükleri sorulmuştur. FBÖA'ların görüşleri Şekil 4.1'deki gibi özetlenmiştir.



Şekil 4.1. Arduino Uno R3 ile günlük yaşam problemi çözme yeterliği hakkındaki görüşler

Şekil 4.1'de görüldüğü gibi FBÖA'lar (f=19) Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerini çözmede kendilerini yeterli gördüklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi betimlemişlerdir:

Kendimi yeterli götürüyorum şu şekilde açıklayabilirim aslında. Temeli aldığım için sorun çözmede ve bunu uygulamada zorlanmam. Zorlansam da üstesinden gelebilirim. Ve günlük hayatta karşılaştığım sorunları çözmek için aklıma ilk gelen Arduino Uno R3 bu yüzden yeterli olarak görüyorum kendimi. [YG_T_4]

Arduino Uno R3 ile günlük hayatta yaşanan problemlere karşı değişik çözümler üretilebileceğini düşünüyorum ve bu konu da çok zorlandığımı düşünmüyorum. Sensörleri tanıdıktan sonra ve programlamayı yaptıktan sonra Arduino Uno R3 ile birçok probleme çözüm üreten projeler tasarlayabileceğimi düşünüyorum. [YG_MC_2]

FBÖA'lar (f=6) Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerini çözmede kendilerini kısmen yeterli gördüklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Kısmen yeterli hissediyorum. Bazı kalıplarımı yıkarak bunların dışına çıkamadığımı düşünüyorum. Ama geliştirilebilir bence. [YG_T_3]

Orta derecede kendimi yeteri görüyorum. Aldığım eğitimle günlük hayattaki problemlere ilişkin çözümler yeteri kadar düşündükten sonra bir fikir üretebilirim ama belli bir zaman düşünmem gerekir hemen aklıma ilişkilendirilme konusunda bir fikir gelmez. [YG_EC_5]

FBÖA'lar (f=4) Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerini çözmede kendilerini yeterli görmediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

ArduinoUno R3'ü kullanmada yeterli olduğumu düşünüyorum ama yaşama dair bir probleme çözüm üretmekte zorlanıyorum. Çözüm bulduktan sonra Arduino Uno R3'ü kullanmakta zorluk çekmem. [YG_JC_4]

Yeterli olarak görmüyorum ama kısa sürede elimizden gelenin en iyisini yapmaya çalışıyoruz. [YG_T_5]

Sonuç olarak, FBÖA'lar grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Arduino Uno R3'ü kullanmada ve Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerine çözüm bulmada genel olarak yeterli gördüklerini belirtmişlerdir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kodlama yapmak için mBlock görsel kodlama programını kullanmışlardır. FBÖA'ların mBlock kullanımı ile ilgili görüşleri FBÖA'ların “ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecindeki deneyimleri ile ilgili görüşleri” teması altında “ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi etkinliklerinde zor bulunan yönler” alt kategorisinde sunulmuştur. El Cezeri grubundan bir öğretmen adayının eğitimde zor bulunan yönler alt kategorisinde mBlock kullanımında zorlandığını belirttiği kısım eğitim sürecinin ilk aşamasında yaptıkları etkinliklerdir. Öğretmen adayı programı daha yeni tanımaya başladığından programı kullanmayı zor bulmuş olabilir. Ek olarak, Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı mBlock programı ara yüzünün kolay olduğunu ve beğendiğini ifade etmiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı da mBlock ile çalışmanın kolay olduğunu ve her seviyeye uygun olduğundan bahsetmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

mBlock uygulaması hoşuma gitti. Sürükle bırak çalışması kolay geldi. [YG_SJ_5]

mBlockta her şey çok açık ve rahattı hocam. Herkesin öğrenebileceği bir düzeyde. Biz şu anda öğrendik, üniversite düzeyinde öğrendik ama yani ilkokul, gireceğimiz dönemdeki çocukların hatta daha çok ilgisini çekiyor. [GG_K2_2]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde devreyi kurmadan önce Fritzing devre çizim programında çizmişlerdir. Kepler 2 grubu devreyi Fritzing programında çizmenin faydalı olduğunu ve görsel olarak daha iyi anladığını söylemiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ise devreyi kurmadan önce Fritzing programında çizmenin devreyi kurmalarında yardımcı olacağını belirtmiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle dile getirmişlerdir:

K2_2: Su motorunu ilk çok zorlandım ama kurarken mantığını kurup, bir de hocam onun çizime dökünce daha çok netleşiyor. Hani Fritzing de olsun elimizde de olabilir. Gerçekten o çizim üzerinden gitmek de kafaya tam yerleştiriyor.

K2_1: Bende de öyle, görsel olarak kodladığımda daha iyi hatırlıyorum. Ezberim falan hiç olmadığı için görseller ile şema oluşturmam gerekiyor. [GG_K2]

Fritzing uygulamasını kullanmayı öğrendik. LED devresi kurmayı ve kaydetmeyi öğrendik. Bu uygulamanın kuracağımız devreyi kurmadan önce nasıl yapacağımız hakkında bizim çalışmamızı kolaylaştıracağını düşünüyorum çünkü orda çizerek tasarlayabiliriz. [YG_MC_2]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıfı kullanmışlardır. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin, öğrencilerin ve velilerin Edmodo’yu kullanmaları gereken bir platform olarak görmektedir. Marie Curie grubu Edmodo sanal sınıfın kullanışlı olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Edmodo öğrenciler ve veliler için bir sosyal öğrenme platform sitesidir. Bence bu sistem gerekli bir sistemdir. Her öğretmenin, velinin ve öğrencinin kullanması gereken bir platform olmalıdır. [YG_EC_5]

MC_1: Edmodo kullanımı verimliydi.

MC_3: Bence Edmodo çok faydalıydı.

MC_2: Edmodo’yu kullanırım genel olarak öğretmenler için verimli olduğunu düşünüyorum. [GG_MC]

Ayrıca, FBÖA’ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıf kullanımı ile ilgili görüşlerinden Edmodo sanal sınıf kullanımının avantajlarının olduğu çıkarımı yapılmaktadır. Bu avantajlar ile ilgili görüşler Tablo 4.25’te sunulmuştur.

Tablo 4.25

FBÖA’ların Edmodo Sanal Sınıf Kullanımının Avantajları Hakkındaki Görüşleri

ALT KATEGORİ	KOD
Edmodo sanal sınıf kullanımının avantajları hakkındaki görüşler	Basit ara yüzlü olması hakkındaki görüşler
	Bildirim göndermesi hakkındaki görüşler
	Bilgi paylaşımını sağlaması hakkındaki görüşler
	Güvenilir olması hakkındaki görüşler
	İletişim sağlaması (öğrenci-öğrenci, öğretmen-öğrenci, öğretmen-veli) hakkındaki görüşler
	Bilgiye erişim sağlaması hakkındaki görüşler
	Ödev vermeyi-teslim etmeyi kolaylaştırması hakkındaki görüşler
	Sınıf yönetimini kolaylaştırması hakkındaki görüşler
	Teknoloji entegrasyonu yapmayı sağlaması hakkındaki görüşler
	Zaman yönetimini sağlaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.25’te görüldüğü gibi Edmodo sanal sınıf kullanımının avantajları hakkındaki görüşler Edmodo’nun basit ara yüzü olması, bildirim göndermesi, bilgi paylaşımını sağlaması, güvenilir olması, iletişim sağlaması (öğrenci-öğrenci, öğretmen-öğrenci, öğretmen-veli), bilgiye erişim sağlaması, ödev vermeyi-teslim etmeyi kolaylaştırması, sınıf yönetimini kolaylaştırması, teknoloji entegrasyonu yapmayı ve zaman yönetimini sağlaması şeklinde sınıflandırılmıştır.

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıf kullanımının kolay olduğunu “Edmodo basit bir uygulama kullanımını rahatlıkla anladım” şeklinde ifade etmiştir. El Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ise “Kullanımı hakikaten çok basit” şeklinde ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden Edmodo sanal sınıf kullanımının kolay olduğu görülmektedir.

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıfı kullanmanın bildirim göndermesi bakımından avantajlı olduğunu düşünmektedirler. Marie Curie grubu Edmodo’da bazı sosyal medya uygulamalarında olduğu gibi bildirim gelmesinin ödevleri takip etmede faydalı olduğunu ve hatırlatma yaptığını belirtmişlerdir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı ise Edmodo sanal sınıf platformunun bildirimleriyle hatırlatma yapmasını yararlı bulmuşlardır. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle paylaşmışlardır:

MC_2: Ödevlerimizi oradan takip edebiliyorduk ya da bir şey yapmadığımız zaman bildirim olarak gelebiliyordu. Daha fazla aklımızda tutmamıza sebep oluyordu.

MC_1: Instagram Facebook gibi hemen bildirim gelmesi bende yükledi telefonumda mesela siz bir şey attığımızda hemen geliyordu görüyordum mail olsaydı belki daha geç görürdük. [GG_MC]

SJ_1: Bence iyiydi, ödevleri hatırlatmak açısından.

SJ_5: Bilgilendirme açısından da faydalı oldu. [GG_SJ]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıfı kullanmanın bilgi paylaşımını sağlaması açısından avantajlı olduğunu düşünmektedirler. El-Cezeri grubu Edmodo sanal sınıf platformunda dersle ilgili sunumların olduğunu ve sınava çalışırken Edmodo’da paylaşılan belgelere baktıklarını belirtmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı da Edmodo sanal sınıf platformunda notların paylaşılmasının yararlı olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

EC_5: Sınava çalışırken Edmodo’da yeterli sunumlar vardı.

EC_2: Bilgi paylaşımı yapabiliyorsun.

EC_5: İnternette çalışmadım hiçbir şey yoktu. Hani üzülüyorum ama hiçbir şekilde anlamıyorum. Ama edmodo’da gayet güzel bilgiler vardı.

EC_4: Aynen ben de sınava Edmodo’dan çalıştım. [GG_EC]

Edmodo sürekli not paylaşımı açısından faydalı oldu. [GG_SJ_5]

FBÖA'lar Edmodo sanal sınıfın kullanılmasının öğrenciler için güvenilir olduğunu düşünmektedirler. FBÖA'lar öğrencilerin whats app ve facebook gibi sosyal medya uygulamalarında ders dışı vakit geçirebileceğini söylemişlerdir. Bu anlamda Edmodo sanal sınıfın daha resmi bir platform olduğunu ve öğrencilerin ilgilerinin başka bir yere kaymaması bakımından güvenilir bir platform olduğunu belirtmişlerdir. Kepler 2 grubu ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şu sözlerle ifade etmişlerdir:

Teknoloji yani, bir süre sonra gmailler bile artık yeterli olmuyor. Ya da mesela whatsapp kullanımları, nerelere gidiyor olaylar ortaokulda bile. Edmodo biraz daha resmi gibi bir yer. [GG_JC_3]

K2_2: Böyle sakıncalı yerlere çekilmeyecek şekilde olması da çok önemli. Mesela facebook, instagram orada gruplar açılabilir, çocuk facebookta gruba bakana kadar 10 saat ana sayfada geziniyor zaten.

K2_1: Oyun oynuyor, başkaları ile konuşuyor, bir sürü şey yapıyor. Ama bu daha çok bizim eğitimimiz odaklı olduğu için güzel bir uygulama. Giriyorsun, işini hallediyorsun çıkıyorsun. Onun ile kendisini kaybetmesini engellemiş oluyorsun. [GG_K2]

FBÖA'lar Edmodo sanal sınıfın kullanılmasının iletişim kurmayı sağladığını söylemişlerdir. FBÖA'lar Edmodo sanal sınıf ile öğretmen-öğrenci, öğrenci-öğrenci ve öğretmen-veli arasında iletişim kurulabildiğinden bahsetmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı Edmodo sanal sınıf ile iletişim halinde olduğunu belirtmiştir. Kepler 2 grubu ve Josephine Cochrane grubu Edmodo sanal sınıfın öğretmenin sınıf ile iletişim kurmasını sağladığından bahsetmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı sınıf arkadaşlarıyla her zaman Edmodo sanal sınıftan iletişim sağlayabildiklerini söylemiştir. Josephine Cochrane grubu ise son olarak Edmodo sanal sınıfın öğretmenin veli ile iletişim kurmasını sağladığından bahsetmiştir. Öğretmen adayları Edmodo sanal sınıfın iletişim sağlaması ile ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Hocam ben iyi olduğunu düşünüyorum Edmodo'nun. Direkt mesela size whatsapp, açıkçası bana çok etik gelmiyor küçük yaşta çocuklara. Bence ama Edmodo'dan sürekli bir iletişim halinde bulunabilirsin. [GG_SJ_5]

K2_1: Hani öğretmen açısından grup ile sınıf ile etkileşimi açısından çok iyiydi.

K2_2: Öğretmen orada bilgi verdiği an hepsi ile aynı anda iletişim halinde olup çocuğun görmesi açısından güzel bir uygulama. [GG_K2]

JC_3: Her şekilde öğrenciye ulaşabiliyorsun.

JC_2: Öğretmenin öğrencileriyle iletişimini kolaylaştırıyor. [GG_JC]

İstedığımız zaman grup arkadaşlarımızla iletişime geçebiliyorduk. [GG_T_4]

JC_3: İstersen aileyi olayın içine dâhil edip kontrolünü sağlayabiliyorsun

JC_2: Velilerle de iletişimini kolaylaştıran bir uygulama

JC_3: Ayrıca veliyi de işin içine kattığı için veliden gelebilecek olumsuz eleştirilerin de önünü kapatmış oluyor. [GG_JC]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıfı kullanmanın bilgiye erişimi sağlaması açısından avantajlı olduğunu düşünmektedirler. Kepler 2 grubu

Edmodo’da paylaşılan belgelere istenilen zamanda ulaşılabilildiğini ve arşiv gibi olduğunu söylemiştir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı Edmodo sanal sınıfın dersle ilgili belgelere kolay ulaşılan bir platform olduğunu söylemiştir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden Edmodo sanal sınıfın dersle ilgili bilgilere erişim sağlamasından dolayı faydalı olduğu sonucuna varılmaktadır. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

K2_2: Belgeler saklı kalabiliyor Edmodo’da. Takıldığında, düşündüğünde dur bir bakayım orada vardı zaten diyebiliyoruz.

K2_1: Sonradan erişilebilir olması, o bilgilere o paylaşımlara erişilebilir olması avantajlı. Arşiv gibi bir şey oluyor Edmodo. [GG_K2]

Dersle ilgili bilgileri paylaşmak ve takip etmek için “Edmodo” uygulamasını öğrendik. Bu şekilde robotik uygulamalarla ilgili sunumlar ve bilgilendirmeleri edinmek için daha etkili ve kolay ulaşılabilir bir ortam olduğunu gördük. [YG_EC_3]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo sanal sınıfı kullanmanın ödev verilmesi ve teslim edilmesi bakımından yararlı olduğunu düşünmektedirler. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı Edmodo sanal sınıfı ödevlerini takip etme ve teslim etme bakımından sevdiklerini ve faydalı olduğunu vurgulamışlardır. Öğretmen adayları düşüncelerini aşağıdaki gibi paylaşmışlardır:

Edmodo programının ödevlerimizin takibi ve teslimi açısından daha yararlı bir yöntem olduğunu düşünüyorum. [YG_MC_2]

Benim çok hoşuma gitti. Ödev verip tarih vermek, teslim etmek, çok güzeldi. [GG_K2_2]

Josephine Cochrane grubu öğretmenin ödevleri Edmodo sanal sınıf üzerinden kontrol edebilmesinden dolayı Edmodo sanal sınıf kullanmanın sınıf yönetimine katkı sağladığını belirtmektedir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden sınıf yönetimini kolaylaştırması bakımından Edmodo sanal sınıf kullanımının yararlı olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmen adayları düşüncelerini “Ödev takibi yani öğretmenin bence daha disiplinli ders yönetimini kolaylaştırmış oluyor” şeklinde ifade etmişlerdir:

Josephine Cochrane grubu ayrıca Edmodo sanal sınıfın kullanılmasını teknolojinin eğitime entegre edilmesinin iyi bir örneği olarak düşünmektedir. Bu anlamda eğitimde teknolojinin kullanılmasına uygun bir örnek olduğu için yararlı bir sanal sınıf platformu olarak görülmektedir. Öğretmen adayları görüşlerini “Teknolojiyi eğitime uyarlamak adına çok güzel bir uygulama” şeklinde ifade etmişlerdir:

Son olarak, Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı Edmodo sanal sınıfını kullanmanın öğrencilerin zaman yönetimini sağladığını düşünmektedir. Öğretmen adayının bu görüşünden Edmodo sanal sınıf kullanımı zamanı etkin kullanma açısından avantajlı bir platform olarak düşünülebilir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle belirtmişlerdir:

Öğrenciye hocam hani ödevi bitirmesi için zamanın koyduğunuz zaman öğrencinin zaman kontrolünü sağlamış oluyoruz. Çocuğun zaman düzenlemesi yapması için güzel bir uygulama. [GG_K2_2]

4.2.1.1.3. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlama Süreci Hakkındaki Görüşleri

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde FBÖA'lar'ın ER'yi fen eğitimine nasıl entegre ettiklerini diğer bir deyişle TPAB entegrasyonlarını belirlemek için öğretmen adaylarından hazırladıkları akıllı şehir tasarımı projesine uygun ders planı hazırlamaları istenmiştir. FBÖA'ların ders planı hazırlama süreci hakkındaki görüşlerini almak için grup görüşmeleri yapılmıştır ve yansıtıcı günlükler yazdırılmıştır. Grup görüşmesi ve yansıtıcı günlüklerden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama süreci ile ilgili elde edilen bulgular Tablo 4.26'da sunulmuştur.

Tablo 4.26

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Ders Planı Hazırlama Süreci Hakkındaki Görüşleri

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama süreci hakkındaki görüşler	Ders planı hazırlama sürecinde zorluk yaşanan kısımlar hakkındaki görüşler	Senaryo yazma hakkındaki görüşler
		Kazanım belirleme hakkındaki görüşler
		Kavram yanlışlığı bulma hakkındaki görüşler
		STEM entegrasyonu hakkındaki görüşler
		Malzeme belirleme hakkındaki görüşler
		Zamanı planlama hakkındaki görüşler
		Öğretim programına entegre etme hakkındaki görüşler
		Ölçme ve değerlendirme hakkındaki görüşler
		Materyal hazırlama hakkındaki görüşler
		Motivasyon sağlama hakkındaki görüşler
		Soru sorma hakkındaki görüşler
		Öğrenme ortamı hazırlama hakkındaki görüşler
	Ders planı hazırlama sürecinde kolay gelen kısımlar hakkındaki görüşler	Kazanım belirleme-entegre etme hakkındaki görüşler
		Problem durumu belirleme hakkındaki görüşler
		STEM entegrasyonu hakkındaki görüşler
		Senaryo yazma hakkındaki görüşler
		Etik kuralları belirleme hakkındaki görüşler
		Ölçme ve değerlendirme hakkındaki görüşler
	Ders planı hazırlama sürecinde destek almak istenen kısımlar hakkındaki görüşler	Ölçme ve değerlendirme hakkındaki görüşler
		Kavram yanlışlıkları belirleme hakkındaki görüşler
		Zaman yönetimi hakkındaki görüşler
		Ucuz malzeme temini hakkındaki görüşler

Tablo 4.26'da görüldüğü gibi FBÖA'ların ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşleri ders planı hazırlama sürecinde zorluk yaşanan kısımlar, ders planı hazırlama sürecinde kolay gelen kısımlar ve ders planı hazırlama sürecinde destek almak istenen kısımlar olmak üzere

3 alt kategoride sınıflandırılmıştır. Bu alt kategorilere ait kodlar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

*4.2.1.1.3.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde
Ders Planı Hazırlarken Zorluk Yaşanan Kısımlar
Hakkındaki Görüşler*

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde ders planı senaryosunu yazmada, kazanım belirlemede, kavram yanlışlığı bulmada, STEM entegrasyonu yapmada, malzeme belirlemede, zamanı planlamada, öğretim programına entegre etmede, ölçme ve değerlendirme yapmada, materyal hazırlamada, motivasyon sağlamada, soru sormada ve öğrenme ortamı hazırlamada zorluk çektiklerinden bahsetmişlerdir. Aynı zamanda, Bazı FBÖA'lar kazanım belirlemenin, senaryo yazmanın, STEM entegrasyonu yapmanın ve ölçme ve değerlendirme yapmanın kolay olduğundan bahsetmişlerdir. Bu kodlardan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde kolay gelen kısımlar alt kategorisinde bahsedilmiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerden gelen tepkileri ve soruları kestiremediklerinden dolayı senaryo yazma kısmında zorlandıklarını belirtmişlerdir. Tesla grubu ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı akışı yazma ile ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

T_5: senaryo yazmada çok zorlandık.

Herkes: senaryo

T_5: Çünkü nasıl dönüt alacağımı bilemediğim için yazarken zorlanıyorum.

T_1: Cevaba göre neler yazacağımızı

T_3: Tahmin edilemiyor çok fazla

T_6: Akış yazdığından çok farklı ilerleyebilir biraz ucu açık

T_5: Yani senin sorduğun soruya başka bir şekilde cevap gelirse başka yönlenir. Öğrencinin ihtiyaçlarına göre çok farklı yöne gidebilir. Öğrenciden gelen cevabı bilemeyeceğiniz için uygulama kısmında bunu yazarken sıkıntı yaşadık. En çok takıldığımız noktalardan biri oydu senaryonun uygulama kısmı. Diğer kısımlarında sıkıntı yaşamadık. [GG_T]

Senaryo yazımında öğrencilerin verecekleri tepkiler, anlamayacağı noktalar, hangi konular anlaşılabilir vs. önceden tahmin edilemeyeceği için akışı belirlemek oldukça zordu. [YG_JC_2]

Kepler 2 grubundan, Steve Jobs grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde hazırladıkları akıllı şehir tasarımı projesi ile ilgili fen konusuna uygun kazanım belirlemede zorluk çektiklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Bazı düşündüğüm fikirleri fen bilimlerine entegre ederken ona uygun olan konuyu üniteyi belirlerken zorlandım. [YG_K2_2]

Ders planı hazırlarken fen kazanımlarını bulmada sıkıntı yaşadık. [YG_SJ_1]

Uygun kazanımlara göre hareket etmede biraz zorlandık. [YG_EC_1]

Marie Curie grubundan, Kepler 1 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde fen konularına ilişkin ya da eğitsel robotiğe ilişkin kavram yanlışlarını belirlemede zorlandıklarını söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri aşağıdaki gibidir:

Kavram yanlışlarını bulmaya çalışırken biraz zorlandım. [YG_MC_3]

Konunun kavram yanlışlarını bulma kısmında zorlandım. [YG_K1_2]

Kavram yanlışları ile ilgili bilgi sahibi olabilme konusunda güçlük yaşadım. [GG_EC_3]

Tesla grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde STEM entegrasyonu yaparken zorlandıklarını belirtmişlerdir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öncelikle eğitsel robotiği kullanmadan entegrasyon yapmaya çalıştıklarını, daha sonra eğitsel robotiği entegre etmeye çalıştıklarını söylemiştir. Bu süreçte de zorlandıklarını ifade etmiştir. FBÖA'ların görüşleri şu şekildedir:

Mesela hocam genelde devre kurulumlarıyla ilgili. Hani STEM entegrasyonu beni biraz zorladı. Hani hangi konuda vereceğim veya ne şekilde vereceğim ne kadarını vereceğim? Hani bunlar beni düşündürdü biraz. [GG_EC_3]

Mesafe sensörü buzzer'ı STEM'e uyguladık onda sıkıntı yok ama enerji elde ederken bunu hocayla konuştuk. Hocanın ilk tepkisi bize şuydu? Bunu STEM'e uyarlayamıyorsunuz çünkü bir kodlama Arduino Uno R3 için kodlamamız yok 3 tane disiplin alanı ortak bir şekilde planlamamız lazımdı ve biz şöyle anlaştık. Bir hem Arduino Uno R3 kullanalım projemizde hem 3 tane disiplin ortak alanı olsun. Bir de enerjiyi çevirebilmek için teknolojiden ziyade fen alanı kullanalım. Bu projemizde iki tane amaç oldu. Birincisi motor kullanıp tribünü döndürürken Arduino Uno R3 kullanmadık teknolojiden faydalanmadık. Ama ikisi arasında bağlantı olsun, bağımsız olmasın dedik. Arduino Uno R3 ile mesafe sensörü buzzer sistemini kurduk diğer yandan. Biz bir burada bunları entegre etmede sıkıntı yaşadık. [GG_K1_1]

İlk başta teknolojiyi fen konusuna nasıl entegre edeceğimizi yazamadık. Nasıl olacak diye ama daha sonrasında sizden yardım olarak sorunu çözdük. [GG_T_5]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin grup şeklinde çalışmasını fakat gruptaki öğrenci sayısının az olması gerektiğini vurgulamıştır. Öğretmen adayı sınıfı 40 kişilik düşünüp fazla grup olacağından dolayı fazla malzemeye ihtiyaç duyulacağından bahsetmiştir. Bu yüzden de malzeme temininde zorlandıklarını ifade etmiştir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ise kullanacakları malzemenin pahalı olmasından dolayı fikirlerinden vazgeçtiklerini belirtmiştir. Öğretmen adayları malzeme temininde zorlandıklarını şu sözleriyle belirtmiştir:

Karbondioksiti ölçen sensör kullanalım dedik. Hocanın odasına gittik. Mesela o sensör çok pahalıymış. Bu malzemeyi alamayacağımızdan fikirden vazgeçelim dedik elimizde zaten birkaç tane fikir vardı. Ders planına da zaten mantığımıza hangisi yatarsa onu yazdık. O biraz sıkıntıydı. [GG_K1_3]

Malzeme temini de var bu konuda. Mesela her malzemeyi temin edemeyebiliriz, ulaşamayabiliriz. Mesela kalabalık sınıflara gireceğiz diyoruz. Herkesin işbirliği içerisinde çalışması için grubu küçük tutmaya çalışıyoruz. Çünkü diğer türlü ayrılırız. Devreyi 6 kişi bağlayamayacağı için, karıştığı için 2 kişi oraya gidiyor, 4 kişi tasarıma gitti mesela burada. O sıkıntı oldu. Onun olmaması için küçük gruplar yapmayı düşündük. 4-4 olsun. Şimdi 40 kişilik sınıfta 4-4-4 yaptığımda 10 grup oluyor. 10 gruba hadi bir şekilde sınıf yönetimini sağladık diyelim, malzeme teminini çok zor olur. 10 tane kit, 10 tane her sensörden 10 tane, bağlantı kabloları. O yüzden malzemede zorlandık. [GG_K2_2]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken süreçte karşılaşılabilecekleri durumları bilmediğinden zamanın yetmeyebileceğini düşünmektedir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı da düşündükleri tüm fikirleri uygulamaya zamanın yetmeyeceğini düşünmektedir. Her iki öğretmen adayı da zamanı planlamada zorluk çektiklerini şöyle belirtmişlerdir:

Mesela çocukların vereceği cevapları tahmin edemeyebiliriz. O an biz sorduk diyelim, soru sormaya 5 dakika dedik mesela ama çocuk o an farklı bir soru sorarsa uzayabilir. O 10 dakikaya uzayabilir. Burada kestiremediğimiz nokta o zamanla alakalı. Ders planını biz önceden planladığımız için mesela ayırdığımız zaman dilimleri arasında aksaklıklar olabilir hani uzama olabilir. Süreyi ayarlamada zorluk yaşadım. [GG_JC_2]

Biraz fikirlerimizde elemeye gitmek zorunda kaldık. Bu düşündüğümüz şeyleri yapabilir miyiz zamana sığdırabilir miyiz? Gibi sıkıntılarımız oldu. Fikirlerimizi biraz azalttık. [GG_K1_3]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken kendisinin öğretim programını tümüyle incelememesinden kaynaklı sıkıntı yaşadığını belirtmiştir. Öğretmen adayı konuyu öğretim programındaki kazanımlara entegre etmede zorlanmış. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı kazanımları STEM disiplinleriyle ilişkilendirmede güçlük yaşadığını dile getirmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmiştir:

Şöyle; günlük hayatta zaten çok problem var. Ama bunu dersin içeriğinde konuya nasıl entegre edebileceğimizi ilk başta belirleyemedik. Mesela neydi... Bir şey düşünmüştük de bunu nasıl entegre edeceğiz demiştik... Yani başta çok fazla sorun geliyor akla ama hani bunu aslında biz de öğretim programını tamamen bilmediğimiz için şu anda mezun olacağız ama ben açıkçası kendi adıma söyleyeyim; açık tamamen incelediğimi böyle hatırlamıyorum. Böyle ihtiyacım olan kısımlara baktım. Bu benim eksiliğim aslında. Çünkü öğretim programını tamamen bilsem problem aklıma geldiği an şu konu da vardı diyebilirdim. Ama o eksikliğimden dolayı bir problem düşündüğümde hangi üniteye entegre edebiliriz, hangi konuya entegre edebiliriz o konuda zorlandım ben açıkçası. [GG_K2_2]

Kazanımların STEM disiplinlerine uygunluğunu sağlayabilmede güçlük yaşadım. [GG_EC_3]

Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken ölçme ve değerlendirme kısmında zorlandıklarından bahsetmişlerdir.

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ne tür ölçme ve değerlendirme aracı kullanacaklarını belirlerken sıkıntı yaşadıklarını söylemiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ölçme ve değerlendirme aracı hazırlamada zorluk çektiğini, Marie Curie grubu, El-Cezeri grubundan, Tesla grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise rubrik

hazırlama konusunda zorluk çektiklerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının ölçme ve değerlendirme sürecindeki yaşadıkları zorluklar ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

Ölçme değerlendirme sürecinde çeşitli güçlüklerle karşılaştım. [YG_SJ_2]

Değerlendirmeyi nasıl yapabiliriz gibi, orada biraz sıkıntı yaşadık. [GG_SJ_1]

Hepsindeki sıkıntılar ilk başta değerlendirme aşamasından konuşalım. İlk önce boşluk doldurma kullanalım. Sonra boşluk doldurma yeterli olmaz öğrenciyi tam olarak güdülemez. O zaman soru cevap yöntemi kullanalım. Eksikliklerim neler ne biliyorum ne bilmiyorum şeklinde değerlendirme aşaması buydu. Burada biraz sıkıntı yaşadık. [GG_K1_1]

Ders planlama sürecinde zorlandığım konu ölçme değerlendirme araçları hazırlamaktı. [YG_MC_2]

Nasıl bir proje yapacağımız konusunda, değerlendirmede hangi kriterleri koyacağımız konusunda zorlandım. Değerlendirme boyutunda rubrik hazırlamada biraz zorlandım. [GG_EC_1]

Ders planı hazırlarken rubrik oluşturmada biraz zorlandım. Onun haricinde her şey kolaydı. [YG_EC_1]

Rubrik hazırlamak, çalışma kâğıdı oluşturmak bizi biraz zorladı. [YG_T_4]

MC_2: Değerlendirme kâğıtları hazırlamak güçtü. Çünkü bunun maddelerini hazırlarken hem çocuğun çalışmalarını ortaya çıkaracak hepsini ayırt edebiliyor olmamız gereken bir değerlendirme olması gerekiyordu. Nasıl diyeyim bütün yaptığı çalışmaları kendi düşüncelerini kapsayan her şeyi kapsayan araç gereç geliştirme gerçekten zor o yüzden.

MC_1: Bir de bunu değerlendirmeyi biz sizin yaptığımız ölçekle gördük. Nasıl değerlendirilir eleştiri yoluyla. Direk aynısını yapamayacağımız için çok fazla da bu ders nasıl değerlendirilir tecrübemiz olmadığı için o konuda sıkıntı yaşadık. [GG_MC]

Rubrik hazırlamada biraz sıkıntı çektik. [GG_SJ_2]

Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken çalışma kâğıdı gibi materyal hazırlama kısmında zorlandıklarından bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Bir de malzeme listesiyle çalışma kâğıdı hazırlanmasında zorlandık. [YG_T_3]

Çalışma kâğıdı oluşturmak bizi biraz zorladı. [YG_T_4]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerin motivasyonunu nasıl sağlayacakları hakkında zorluk çektiklerini söylemiştir. Öğretmen adayının görüşü aşağıdaki gibidir:

Motivasyonu nasıl sağlayacağımız konusunda bazı sıkıntılarımız oldu. [YG_MC_2]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde nasıl sorular sormaları gerektiği konusunda zorluk çektiklerini ifade etmiştir. Öğretmen adayının görüşü aşağıdaki gibidir:

Öğretmenin nasıl sorular soracağı konusunda sıkıntılarımız oldu. [YG_MC_2]

FBÖA'lar eğitim sürecinde projelerini koyabilecekleri sabit bir sınıfları olmadığı için taşımak durumunda kalmışlardır. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken projeleri koyabilecek bir

öğrenme ortamı oluşturmada zorluk yaşadığından bahsetmiştir. Kendilerinin sıkıntı çektiği durumu ders planı hazırlarken de yaşamıştır. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

Proje çalışmalarına uygun malzemeleri koyabilecek bir ortam oluşturmada zorluk yaşadım.
[GG_EC_3]

4.2.1.1.3.2. Ders Planı Hazırlarken Kolay Gelen Kısımlar Hakkındaki Görüşler

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde kazanım belirlemenin, problem durumunu belirlemenin, STEM entegrasyonu yapmanın, senaryo yazmanın, etik kuralları belirlemenin ve ölçme ve değerlendirme yapmanın kolay kısımlar olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, Bazı FBÖA'lar kazanım belirlemede, senaryo yazmada, STEM entegrasyonu yapmada ve ölçme ve değerlendirme yapmada zorluk yaşadıklarından bahsetmişlerdir. Bu kodlardan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders planı hazırlama sürecinde zorluk yaşanan kısımlar alt kategorisinde bahsedilmiştir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde öğrenme hedeflerini belirlemede sıkıntılar yaşadığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra öğrenme hedeflerinin konuya entegre edilmesinin kolay geldiğini belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Tesla grubundan dört öğretmen adayı, Marie Curie grubundan iki öğretmen adayı ve El-Cezeri grubundan, Kepler 2 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

STEM'in fen kazanımları entegresini kolaylıkla yapabildim. [YG_EC_2]

Kazanımları yazma kolaydı. [YG_T_2]

Kazanımlarımızı entegre etme kolaydı. [YG_T_6]

Kolay gelen kısımları kazanımları belirlemeydi. [YG_T_5]

Kazanımları tanımak kolaydı bence. [YG_T_3]

Kazanımları ve hedefleri belirleme kolaydı. [YG_K2_1]

Öğrencilere kazandırmak istediğimiz kazanımları bilmek vs, oldukça kolaydı. [YG_JC_2]

Kazanımlarımızı entegre etmede zorlanmadık. [YG_MC_1]

Kazanımlarımızı entegre etmede zorlanmadık. [YG_MC_3]

FBÖA'lar akıllı şehir tasarımı projesinde kendilerine verilen genel bir problem durumunun içinden proje tasarlamak için günlük hayatta karşılaşılan problemleri belirlemenin kolay geldiğini dile getirmişlerdir. Tesla grubundan, Kepler 1 grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı projeleri için problem durumu oluşturmanın kolay geldiğini şöyle

açıklamışlardır:

Karşılanabilecek problem durumu hazırlama ve çözümler kısmı kolaydı. [YG_T_2]

Tasarladığımız projenin konusu öğrencilerin günlük yaşamda iç içe ve sık sık karşılaştığı durumlar olduğundan problem durumunu belirlemek ve onlara aktarmak kolay oldu. [YG_K1_3]

Problem durumunu belirleme kolaydı. [YG_K2_1]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde STEM entegrasyonu yapmada zorluk yaşadığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra zorluk yaşamadığını belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde projenin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleriyle bağlantısını yazmanın kolay olduğunu söylemiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise ders planı hazırlama sürecinde bu disiplinleri birbirine entegre etmenin kolay olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

STEM basamaklarını yazma kısmı kolay geldi. [YG_T_2]

Mühendislik, matematik ve teknolojiye entegre etme kısmı kolaydı. [YG_K2_2]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde senaryo yazmada zorlandığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra senaryo yazmanın kolay geldiğini belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Marie Curie grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ders planı hazırlama sürecinde akışı yazmanın kolay geldiğini şöyle belirtmişlerdir:

Senaryo yazma kısmı kolay geldi. [YG_MC_2]

Senaryo yazmak kolay geldi. [YG_EC_5]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde ders planı şablonunda verilen öğretmenin ve öğrencinin uyması gereken etik kuralları belirlemenin kolay olduğunu ifade etmiştir. Öğretmen adayının görüşü şu şekildedir:

Etik kuralları belirleme kolaydı. [YG_T_2]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde ölçme ve değerlendirme yapmada, ölçme aracı hazırlamada ve rubrik hazırlamada zorlandığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra değerlendirme yaparken ölçüt belirlemenin kolay geldiğini belirten öğretmen adayı da bulunmaktadır. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ders planı hazırlama sürecinde öğrencilerin projelerini değerlendirme kısmında değerlendirme ölçütlerini oluşturmanın kolay olduğunu söylemiştir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Değerlendirme ölçütlerini belirlemek kolay geldi. [YG_EC_5]

*4.2.1.1.3.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde
Ders Planı Hazırlarken Destek Alınmak İstenen
Kısımlar Hakkındaki Görüşler*

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlarken ölçme ve değerlendirme yapmada, kavram yanlışlığı belirlemede, zaman yönetiminde ve ucuz malzeme temininde destek almak istediklerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar ölçme ve değerlendirme yapmada, kavram yanlışlığı belirlemede, zaman yönetiminde ve malzeme belirlemede zorlandıklarını daha önce ifade etmişlerdi. Öğretmen adaylarının ders planı hazırlarken destek almak istedikleri kısımlara sırasıyla aşağıda değinilmiştir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde ölçme ve değerlendirme yapmada zorlandığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra ölçme ve değerlendirme yapmada yardım almak istediğini belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı değerlendirme yapmada ölçütleri belirlemenin kolay geldiğini belirtirken, Tesla grubundan bir öğretmen adayı ölçüt belirlemede destek almak istediğini belirtmiştir. El-Cezeri grubundan, Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı rubrik hazırlama konusunda sıkıntı yaşadıklarını belirtirken, yine Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı rubrik hazırlamada yardım almak istediğini söylemiştir. Steve Jobs grubundan üç öğretmen adayı, El-Cezeri ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ölçme ve değerlendirmede destek almak istediklerini şu ifadeleri ile belirtmişlerdir:

Değerlendirme kısmında ölçütleri belirlerken yardım alabilirdim, gözümünden kaçıracağım şeylerin olmasını istemediğim için. [YG_T_3]

Aslında tüm aşamaları yapabiliriz. Fakat değerlendirme aşamasında zorlanacağımızı düşünüyorum bu yüzden destek almak isterim. [YG_EC_1]

Ders planlama aşamasında değerlendirme kısmını nasıl yapacağım konusunda destek alabilirim. [YG_SJ_6]

Değerlendirme aşamasındaki rubrikler konusunda destek alabilirim. [YG_SJ_5]

Almak istediğim en önemli destek süreci değerlendirme üzerinedir. [YG_SJ_2]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde kavram yanlışlığı belirlemede zorlandığını belirten öğretmen adaylarının yanı sıra kavram yanlışlığı belirlemede yardım almak istediğini belirten öğretmen adayları da bulunmaktadır. Marie Curie grubundan, Kepler 1 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı fen

konularına ilişkin ya da eğitsel robotiğe ilişkin kavram yanlışlarını belirlemede zorlandıklarını söylemişlerdir. El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı, Kepler 1 ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı kavram yanlışları bulmada destek almak istediklerini şöyle açıklamışlardır:

Kavram yanlışlarında olabilir. [YG_EC_2]

Kavram yanlışları kısmında olabilir. [YG_EC_3]

Konu ile ilgili bazen kavram yanlışları olmayabiliyor. Bu yanlışları bulmak üzerine destek alabilirim. [YG_K1_2]

Ders planı hazırlarken konu ile ilgili kavram yanlışlarında yardım almak isterim. [YG_T_1]

Josephine Cochrane grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde zamanı yönetmede zorluk çektiğini belirtmiştir. Josephine Cochrane grubundan aynı öğretmen adayı ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı zamanı ayarlama konusunda yardım almak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Dersi planlama noktasında zaman yönetimi noktasında, her bölüme ne kadar süre ayırmamız gerektiği konusunda destek almak isterim. [YG_JC_2]

Projenin ne kadar süreceği konusunda yardım almak isterim. [YG_T_1]

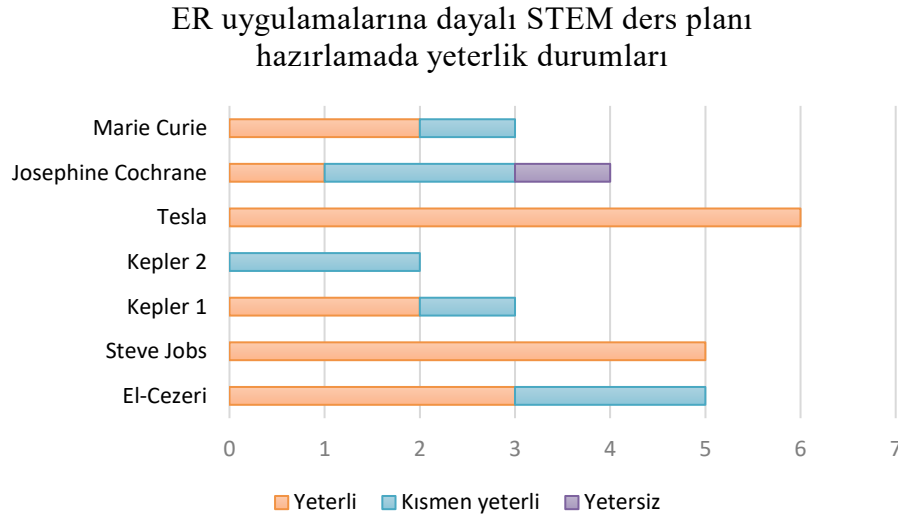
Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ders planı hazırlarken zorluk yaşanan kısımlarda bir malzemenin pahalı olmasından dolayı o malzemeyi kullanmaktan vazgeçtiklerini ifade etmişti. Tesla 1 grubundan bir öğretmen adayı da malzemeler pahalı olabileceğinden malzemeleri ucuza temin etme konusunda destek almak istediğini belirtmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle açıklamıştır:

Malzemeleri nereden ucuza temin etme konusunda destek almak isterim. [YG_T_1]

Sonuç olarak, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde yaşanan zorluklara hitaben yardım almak istediklerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar ölçme ve değerlendirme yapmada, kavram yanlışları belirlemede, zaman yönetiminde ve ucuz malzeme temininde destek almak istediklerinden bahsetmişlerdir.

4.2.1.1.3.4. FBÖA'ların Ders Planlamada Yeterli Olma Durumu

FBÖA'lara grup görüşmelerinde Arduino Uno R3'ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada kendilerini ne kadar yeterli gördükleri sorulmuştur. FBÖA'ların görüşleri Şekil 4.2'deki gibi özetlenmiştir.



Şekil 4.2. ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada yeterlik durumları

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi 29 FBÖA’dan 19’u kendini Arduino Uno R3’ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada yeterli görmektedir. Steve Jobs grubunun ve Tesla grubunun tamamı kendini ders planı hazırlamada yeterli görmektedirler. Marie Curie grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı, El-Cezeri grubundan ve Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen aday ve Kepler 2 grubunun tamamı (n=2) ders planı hazırlamada kendilerini kısmen yeterli gördüklerini söylemişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen aday ise ders planı hazırlamada kendini yetersiz görmektedir.

Arduino Uno R3’ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada öğretmen adayları kendilerini yeterli gördüklerini “Arduino Uno R3 uygulamalarına dayalı STEM dersi planı hazırlamada kendimi yeterli görüyorum” şeklinde ifade etmişlerdir. Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen aday ise kısmen yeterli olduğunu şu sözleriyle ifade etmişlerdir:

Hayır. Tam olarak yeterli görmüyorum. Normal ders planından çok daha ayrıntılı ve hazırlanması zor bir plan olduğunu biliyorum. Öğretmene hazırlık aşamasında çok fazla görev düşmekte. Tam olarak hangi noktalara dikkat etmem gerektiğini bu uygulamanın nasıl öğretileceğini bilmiyorum. [YG_MC_1]

Tam olarak yeterli hissetmiyorum. Ders planında özellikle çocuklara Arduino Uno R3’ü tanııtma açıklama ve gerekliliği konusunda ikna edici olamayabilirim. Ayrıca ders sırasında uygulama yaparken her gruba yetiştirmek ve ortaya çıkabilecek grup içi anlaşmazlıklar konusunda sıkıntı yaşanabilir. [YG_JC_3]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen aday Arduino Uno R3’ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM ders planı hazırlamada kendini yetersiz görmektedir. Öğretmen aday düşüncesini şu şekilde paylaşmıştır:

Ders planı hazırlamakta kendimi yeterli görmüyorum. Bu konuda tecrübe edinmediğim için bir yerlerde hata yapmış olabileceğimi düşünüyorum. [YG_JC_4]

4.2.1.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanması ile İlgili Görüşlerine İlişkin Bulgular

Grup görüşmelerinin, yansıtıcı günlüklerin ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu açık uçlu soruların analizi sonucunda ortaya çıkan temalar ve kategoriler Tablo 4.27’de sunulmuştur.

Tablo 4.27

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanması Hakkındaki Görüşleri

TEMA	KATEGORİ	ALT KATEGORİ
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri hakkındaki görüşler	Mesleki bilgi sahibi olma hakkındaki görüşler
		Mesleki beceri sahibi olma hakkındaki görüşler
		Tutum ve değer sahibi olma hakkındaki görüşler
	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler	Öğretmenden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler
		Öğrenciden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler
		Çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler
	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulama nedenleri hakkındaki görüşler	Öğrenciye katkı sağlaması hakkındaki görüşler
		Öğrenci merkezli eğitim verme hakkındaki görüşler
		Fen-çevre konularına uygun olması hakkındaki görüşler
		Dersi verimli hale getirmesi hakkındaki görüşler
		Sosyal sorumluluk projesi üretme hakkındaki görüşler
		Bilim insanı yetiştirme hakkındaki görüşler
		Disiplinlerarası olması hakkındaki görüşler
		Özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlama hakkındaki görüşler
		Bilim okur yazarı birey yetiştirme hakkındaki görüşler
		Teknolojiyi takip etme hakkındaki görüşler
		Kavram yanlışlarına engel olma hakkındaki görüşler
		Farklı zekâ türlerine hitap etmesi hakkındaki görüşler
		Yenilikçi bir eğitim olması hakkındaki görüşler
		Öğrenen özelliklerine dikkat etme hakkındaki görüşler
		Öğretim programına dikkat etme hakkındaki görüşler
		Öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin kullanımı hakkındaki görüşler
		Ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler
	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ileride uygulama durumları hakkındaki görüşler	Uygulayamam diyenler
		Uygulayamam diyenler

Tablo 4.27’de görüldüğü gibi FBÖA’ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması ile ilgili görüşleri 5 kategori altında toplanmıştır. Bu kategoriler

eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri, eğitimde yaşanabilecek zorluklar, eğitimi gelecekte uygulama nedenleri, eğitim sürecini planlamaya yönelik öneriler ve eğitimi ileride uygulama durumları hakkındaki görüşler şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu kategorilere ait bulgular sırasıyla aşağıda verilmiştir.

4.2.1.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmen Yeterlikleri Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri hakkındaki görüşleri mesleki bilgiye sahip olma, mesleki beceriye sahip olma ve tutum ve değerlere sahip olma hakkındaki görüşler şeklinde sınıflandırılmıştır. Eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri Tablo 4.28'de sunulmuştur.

Tablo 4.28

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmen Yeterlikleri Hakkındaki Görüşler

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri hakkındaki görüşler	Mesleki bilgiye sahip olma hakkındaki görüşler	Alan bilgisine sahip olma hakkındaki görüşler
		Pedagojik bilgiye sahip olma hakkındaki görüşler
		Pedagojik alan bilgisine sahip olma hakkındaki görüşler
		Teknoloji bilgisine sahip olma hakkındaki görüşler
		Teknolojik alan bilgisine sahip olma hakkındaki görüşler
		Teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olma hakkındaki görüşler
	Mesleki beceriye sahip olma hakkındaki görüşler	Öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme hakkındaki görüşler
		Eğitim öğretimi planlayabilme hakkındaki görüşler
		Ölçme değerlendirme yapabilme hakkındaki görüşler
		Öğrenme ortamı oluşturabilme hakkındaki görüşler
	Tutum ve değerlere sahip olma hakkındaki görüşler	Kişisel ve mesleki gelişime sahip olma hakkındaki görüşler
		İletişim kurabilme ve işbirliği yapabilme hakkındaki görüşler

4.2.1.2.1.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Bilgiye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu görüşlerinden elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterliklerinden biri öğretmenlerin mesleki bilgiye sahip olmasıdır. Mesleki bilgiye sahip olma alt kategorisi alan bilgisi, pedagojik bilgi, pedagojik

alan bilgisi, teknoloji bilgisi, teknolojik alan bilgisi ve teknolojik pedagojik alan bilgisi şeklinde gruplandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin alan bilgisine sahip olması gerektiğini düşünmektedirler. Tesla grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve alan bilgisi yeterliği ile ilgili görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Kesinlikle alana hâkim olması gerekiyor. Zaten projeye dair bir problem de üretmez. Nasıl fen konularını uyarlayacak yoksa. [GG_SJ_2]

Alan bilgisi çok iyi olmalı ve bu alan bilgisini sürekli güncellemelidir. [TE_T_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin pedagojik bilgiye sahip olması gerektiğini söylemişlerdir. FBÖA'lar öğretmenlerin öğrenenler hakkında bilgi, öğretim programı hakkında bilgi, öğretim yöntem ve teknikleri hakkında bilgi ve sınıf yönetimi hakkında bilgi sahibi olması gerektiğine vurgu yapmışlardır. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Mesela sınıflardaki düzeylerin, hangi sınıfın hangi düzeyde olduğunu ne yapabileceğinin farkında olması gerekiyor. Aslında bütün müfredatın kazanımlarını her sınıfın konusunu kazanımını tam olarak bilmesi gerekiyor. [GG_MC_2]

Öğrencilerin öğrenme düzeylerinin farkına varsın. Her öğrencinin farklı öğrenme düzeyine sahip olduğunu, bireysel farklılığı olduğunu bilsin. [GG_EC_5]

Öğrenciye nasıl davranması gerektiğini bilmeli. Dersin nasıl öğretileceğini bilmeli. Öğrenci seviyesine inmeli. Sınıf otoritesini sağlamalı. [TE_T_1]

Öğrenci merkezli olmalı. [TE_SJ_4]

Günlük hayattan örneklerle dersi desteklemeli. [TE_SJ_1]

STEM uygulamalarını bilmeli ve derslerinde buna yönelik çalışmalar yapmalı. Derse hazırlıklı olmalı. [TE_JC_1]

Diğer disiplinler ile fen bilimleri arasında bağlantı kurmalı. [TE_K1_1]

Yeterli pedagojik bilgiye sahip olmalı. Öğretim yöntemlerini etkili bir şekilde kullanabilmesi gerekir. [TE_T_2]

Bilimsel proje çalışmalarına teşvik etmeli. Öğrencilerini problem çözmeye, araştırmaya teşvik etmeli ve onlar da merak duygusunu uyandırmalı. Etkinliklere yeterince yer vermeli. [TE_SJ_3]

Öğrencilerin hazırbulunuşluğu dikkate alabilmeli. [TE_K1_2]

Öğrencilerini keşfetmeye yönetmelidir. Anahtar kavramları, kavram yanılgılarını çok iyi bilip bunu öğrencinin anlayacağı şekilde vermeli. [TE_EC_1]

Öğrencilerin konuları günlük yaşam ile ilişkilendirebilecek etkinlikler hazırlama ve bu Etkinlikleri etkili bir şekilde gerçekleştirme yeteneğine sahip olmalıdır. Kavram yanılgılarına sebep olabilecek ifadeler kullanmaktan kaçınılmalıdır. [TE_K1_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin pedagojik alan bilgisine de sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin alanları ile ilgili bir konuyu uygun öğretim yöntem ve teknikleriyle anlatması gerektiğini dile getirmiştir. Steve Jobs grubundan ve Josephine Cochrane

grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin pedagojik alan bilgisine sahip olması gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini aşağıdaki gibi betimlemişlerdir:

Aynı zamanda bu alan bilgisi tek başına yeterli değildir. Nasıl anlatacağını da bilmelidir yani birçok öğretim yöntem ve teknikleri bilmelidir. [TE_T_3]

Fen öğretimi konusunda yeterli pedagojik alan bilgisine sahip olması gerekmektedir. [TE_SJ_2]

Pedagojik alan bilgisine sahip olmalı. [TE_JC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin teknoloji bilgisine sahip olması gerektiğini düşünmektedirler. Josephine Cochrane grubu, El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin Arduino Uno R3 hakkında her şeyi bilmeleri gerektiğini, devre kurmayı, kodlama yapmayı ve Fritzing ile devre çizmeyi bilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının teknoloji bilgisine sahip olma yeterliği ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

EC_2: Teknolojiye hâkim olmalıyız ki çünkü bazen öğrenci ister istemez bir problemle karşılaşacak. Bunu “şunu da denedin mi?”, “bunları da denedin mi? Belki şurada bir eksiği olabilir”. Mesela belki yanlış pine götürmüştür, bizim bir kere başımıza gelmişti, her şeyi yapmışız ama yanlış LED’in artıyla o bacağını, o kadar yapa yapa ona dikkat etmemişiz. Direnci eksi tarafa bağlamışız. Teknolojiyi takip etmeli.

EC_1: İşte eğer Arduino Uno R3 eğitimi verecekse, Arduino Uno R3 ile ilgili her türlü bilgiye sahip olmalı. Devreyi kurabilmeli, kodlamayı yapabilmeli, Fritzing’de devre çizebilmeli. Yani her şeyini bilebilmeli o dersin, içeriğiyle ilgili. [GG_EC]

JC_3: Teknolojiyle ilgili bilgi sahibi olmalı.

JC_4: Arduino Uno R3 ile kullandığı kartı iyi bilmeli.

JC_1: Arduino Uno R3 kitiyle ilgili malzemelerini bilmeli, görevlerini bilmeli, neyin nerde nasıl kullanılacağını bilmeli. Bir sorunla karşılaştığında ne gibi çözüm önerileri olacak düşünmeli.

JC_2: 4 tane alan olduğu için STEM tamam biz zaten teknolojiyi araç olarak kullanacağız ama mutlaka teknoloji ile ilgili biraz bilgiye sahip olması lazım. [GG_JC]

Robotik ve kodlama üzerine yeterli bilgisi olmalı. [TE_SJ_2]

Teknoloji sürekli ilerlediği için öğrenciler artık teknolojinin içerisinde olmuş oluyorlar bu yüzden bizlerin sürekli teknolojiyi takip edip onlara daha verimli olabilmek için bu gibi gelişmeleri öğrenip uygulamamız gerektiğini düşünüyorum. [YG_JC_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin teknolojik alan bilgisine sahip olması gerektiğini söylemişlerdir. Tesla grubundan iki öğretmen adayı öğretmenlerin alanları ile ilgili bir konuyu hangi teknoloji ile en iyi şekilde entegre edebileceği bilgisine sahip olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının öğretmenlerin teknolojik alan bilgisine sahip olmaları gerektiği ile ilgili görüşleri şöyledir:

İlk olarak fen bilimleri konusuna hâkim olmalı ve bu konu hakkında fen bilimleri konusunu iyi bir şekilde teknolojiye entegre etmesi gerekir. [TE_T_5]

Konuyu en iyi verebileceği teknolojileri kullanmalıdır. Teknolojiye hâkim olmalıdır. [TE_T_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin sadece alan bilgisi, teknoloji bilgisi ya da pedagoji bilgisine sahip olmalarının yetmediğini bu bilgi alanlarının

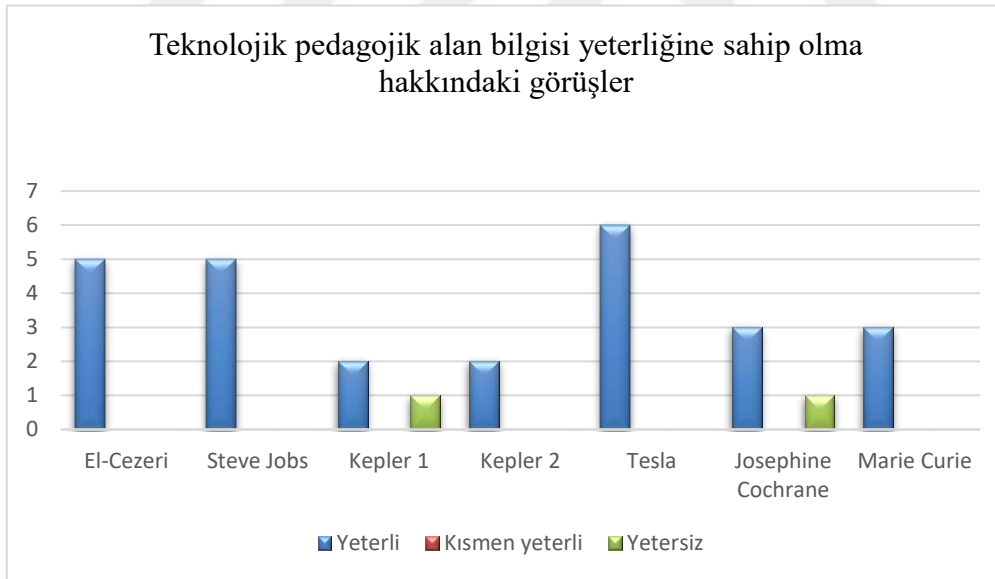
bütünleştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinin dönüşümcü teknolojik pedagojik alan bilgisi modeline uygun olduğu görülmektedir.

Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde paylaşmışlardır:

Alana hâkimiyet de yeterli değil, aynı zamanda pedagojik alan bilgisi yeterli olmalı, ondan sonra mesleki yeterlilik, bütün hepsini bütün içerisinde bilecek, artı mühendislik tasarım süreçlerini de dikkate alması, teknolojiye de anlatacağı Arduino Uno R3 eğitimi genel hatlarıyla ya da orta düzeyde bir bilgi sahibi olması gerekiyor bence. Yani sadece teknoloji değil, kendi alanını, çünkü fene entegre edecek zaten. E şimdi hangi konular hangi kazanımlar bunu bilmiyorsa ya da yeterli düzeyde bilgi sahibi değilse o zaman neyi entegre edeceksin? Bu sefer teknolojiyi, hani sen sanki amaç olarak kullanmış gibi olursun, sadece teknoloji eğitimi vererek. Bizim amacımız fene uyarlamak olduğu için hepsini bir bütün içinde öğretmenin bilmesi gerekiyor yani. [GG_JC_2]

Sadece teknolojiyi kullanırsak bir bilgisayar mühendisinden farkımız kalmaz. Ama buna eğitimi de dahil edersek o zaman eğitimi gerçekleştirmiş bir eğitimci oluruz. Sadece bunlar da yeterli değil. Buna alan bilgisini de dahil edersek 3'ü bir zincir oluşturmalı. Bunların tek birini eksik kullanmak öğretim seviyesini yetersizleştirir. Bir öğretmenin sadece alan bilgisi olması yeterli değil buna en önemlisi eğitimi ve gelişime göre de teknolojiyi dahil edip anlatım seviyesini maksimuma çıkarmalı. [TE_T_6]

Ayrıca, FBÖA'lara eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formlarında teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olma konusunda kendilerini yeterli görüp görmedikleri sorulmuştur. Öğretmen adaylarının görüşleri Şekil 4.3'teki gibidir.



Şekil 4.3. Teknolojik pedagojik alan bilgisi yeterliğine sahip olma hakkındaki görüşler

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi 29 FBÖA'dan 27'si kendini teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmada yeterli görmektedir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı Arduino Uno R3'ü fen öğretimine entegre etmeyi ve STEM disiplinlerini entegre etmesini bildiğini söylemiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı aldıkları ER uygulamalarına dayalı

STEM eğitimi sayesinde teknolojiyi eğitime nasıl entegre edeceğini bildiğini söylemektedir. Kendini yeterli gören FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Fen ve teknoloji, pedagojik alan bilgisi, matematik gibi konuların teknolojiye nasıl entegre edilmesi gerektiğini biliyorum. Bunları entegre ederken Arduino Uno R3 kullanarak ders planlamayı biliyorum. [TE_MC_1]

Aldığım eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sayesinde hocayı da gözlemleyerek öğreteceğim teknolojiyi eğitime uygulayabilirim. [TE_SJ_5]

Şekil 4.3'te görüldüğü gibi 29 FBÖA'dan 2'si kendini teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmada yeterli görmemektedir. Kendini yeterli görmeyen FBÖA'lar görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Tam olarak bu konu hakkında bir yeterliliğe sahip değilim. [TE_JC_3]

Her konu için gerekli teknolojik araç gereçleri ayırt edebilme konusunda kendimden şüpheliyim. [TE_K1_3]

4.2.1.2.1.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Beceriye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterliklerinden bir diğeri öğretmenlerin mesleki beceriye sahip olmasıdır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin mesleki beceriye sahip olması ile ilgili görüşler Tablo 4.29'da sunulmuştur.

Tablo 4.29'da görüldüğü gibi mesleki beceriye sahip olma alt kategorisi öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme hakkındaki görüşler, eğitim öğretimi planlayabilme hakkındaki görüşler, ölçme ve değerlendirme yapabilme hakkındaki görüşler ve öğrenme ortamları oluşturabilme hakkındaki görüşler kodlarından oluşmaktadır.

Tablo 4.29

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Mesleki Beceriye Sahip Olması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilmesi hakkındaki görüşler	Bilim, fen, teknoloji okur yazarı olabilmesi hakkındaki görüşler
	Motive edici olabilmesi hakkındaki görüşler
	Yüksek motivasyona sahip olması hakkındaki görüşler
	Rehberlik yapabilmesi hakkındaki görüşler
	Sınıf yönetimini sağlayabilmesi hakkındaki görüşler
	Beceri sahibi olabilmesi hakkındaki görüşler
	Zamanı etkin kullanabilmesi hakkındaki görüşler
	Çağdaş eğitim araç gereçlerini kullanabilmesi hakkındaki görüşler
	Aktif olabilmesi hakkındaki görüşler
	Lider olabilmesi hakkındaki görüşler
	Süreç odaklı olabilmesi hakkındaki görüşler
	Meraklı olabilmesi hakkındaki görüşler
	Öz-güvenli olabilmesi hakkındaki görüşler
	İlgili olabilmesi hakkındaki görüşler
	Sorgulayıcı olabilmesi hakkındaki görüşler
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin eğitim öğretimi planlayabilmesi hakkındaki görüşler	Planlı olabilmesi hakkındaki görüşler
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme yapabilmesi hakkındaki görüşler	
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin öğrenme ortamları oluşturabilmesi hakkındaki görüşler	

4.2.1.2.1.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Öğretme ve Öğrenme Sürecini Yönetebilmesi Hakkındaki Görüşler

Öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme hakkındaki kod bilim, fen ve teknoloji okuryazarı olabilme, motive edici olabilme, yüksek motivasyona sahip olma, rehberlik yapabilme, sınıf yönetimini sağlayabilme, beceri sahibi olabilme, zamanı etkin kullanabilme, çağdaş eğitim araç gereçlerini kullanabilme, aktif olabilme, lider olabilme, süreç odaklı olabilme, meraklı, öz güvenli, ilgili olabilme ve sorgulayıcı olabilme şeklinde alt kodlara gruplandırılmıştır. Eğitim öğretimi planlayabilme hakkındaki görüşler kodu planlı olabilme alt kodundan oluşmaktadır.

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin yetiştirmek istedikleri öğrenciler gibi kendilerinin de bilim, fen ve teknoloji okur yazarı bireyler olması gerektiğini savunmaktadırlar. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı bilim okuryazarlığından, Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı fen okur yazarlığından ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ise teknoloji okur yazarlığından bahsetmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde paylaşmıştır:

Bilimle de yakından ilgisi olmalıdır. Bilim okuryazarı bireyler yetiştirmek için bilim okur yazarı olmalı. [TE_SJ_6]

Fen okuryazarı olması gerekir. [TE_MC_1]

Yeni teknolojiye ayak uydurabilmek için sürekli takipte olmalı. [TE_EC_3]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin öğrenilerin şevkini kırmaması gerektiğini, onları pozitif karşılayarak derse karşı motive edici olmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Marie Curie grubundan, Steve Jobs grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Öğrencinin bütün düşüncelerine tamamen reddedici bir cevapla yaklaşmaması gerekiyor. Yani desteklemesi gerekiyor çok saçma bir fikir bile gelse çok güzel düşünüyorsun bunu geliştirmek istersen nasıl geliştirirsin daha farklı ne katardın gibi. Çocuğun bu gelişimini durdurmak yerine daha farklı şeyler düşünmesini, daha geniş düşünmesini sağlamak gerekir. Çocuğun yanlış ya da eksik düşündüğü şeyler de olabilir. Güzel fikirleri de destekleyip farklı şeyler tasarlayabilmesi için pekiştirici gibi onlara güdüleyici pozitif yaklaşımda bulunması gerekir. [GG_MC_2]

Siz bizi motive ettiniz Hocam. Mesela ben o akıllı şehre geçmeden bitecek sandım, yani ben bırakırdım şahsen. Bayağı bir herkes ile konuşup çözmeye çalıştınız, herkesi tek tek dahil etmeye çalıştınız, o yönden de çok iyiydi. Motive etmek önemli. [GG_SJ_1]

Öğrencilerin derse karşı olan motivasyonunu her zaman yüksek tutmalı. [TE_JC_2]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin motive edici olmalarının yanı sıra kendilerinin de motivasyonlarının yüksek olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Öğretmenlerin bu eğitimi vermede çok istekli olmaları gerektiğini söylemektedirler. Steve Jobs grubundan, Kepler 1 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini aşağıdaki gibi betimlemişlerdir:

Mesela ben bazı tepkilere üzülüp motivasyonum düşebilirdi, siz de o da yok Hocam. O yönden çok iyi. Yani motivasyonu kendinin çok yüksek olması lazım. [GG_SJ_1]

Her şeyden önce öğretmenin biraz heyecanlı olması lazım bu eğitimde yatığımız etkinliklerin faydalı olabilmesi için. Öğrenciyi biraz teşvik etmesi lazım ki öğretmenin de çok monoton kalmaması lazım onlarla birlikte heyecanlanması lazım. [GG_K1_3]

İstekli, hevesli, motivasyonu yüksek öğretmen olmalı. [TE_EC_3]

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin öğrencileri eğitim sürecinde yönlendirmeleri gerektiğini söylemektedirler. Diğer bir deyişle öğretmenlerin öğrencilere rehberlik edebilmeleri ve onlara yol gösterebilmeleri gerektiği

görüşünü öne sürmektedirler. Kepler 2 grubu ve Marie Curie grubu görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Bir de problem ile karşılaşıldığında hocam direk senin problemin bundan galiba demek yerine ona ek yönergeler verip onun bulmasını sağlamamız onun düşünme becerisini geliştirmemiz gerekiyor. Çünkü hani çocuklara hazır bilgiyi verdiğinde ha bu buraymış deyip mantığını düşünmeden yapıyor ama sonra unutuyor. [GG_K2_2]

Aslında süreç içerisinde öğretmen aktif olmak yerine rehber görevini üstlenmeli. [GG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin sınıf yönetimine hâkim olmaları gerektiğinden söz etmişlerdir. Yani öğretmenler öğrenme için uygun ortamı sağlamalı ve sürdürmelidir. Marie Curie grubundan, Steve Jobs grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin sınıf yönetimi yeterliğine sahip olmaları gerektiği ile ilgili görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Sınıf yönetiminde zorluklar yaşayabilir. Sınıf yönetimi becerisinin de yüksek bir öğretmen olması gerekiyor. [GG_MC_1]

Sınıfı iyi yönetmesi lazım. [GG_SJ_3]

Sınıf yönetimi konusunda yeterliliğe sahip olmalı. [TE_JC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin 21.yy. becerilerine sahip olmaları gerektiğini düşünmektedirler. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin beceri sahibi olabilmesi hakkındaki görüşleri Tablo 4.30'da sunulmuştur.

Tablo 4.30

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Beceri Sahibi Olması Yeterliği Hakkındaki Görüşler

	ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Beceri Sahibi Olması Yeterliği Hakkındaki Görüşlere ilişkin Alt Kodlar
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin beceri sahibi olması yeterliği hakkındaki görüşler	Yaratıcı olabilme hakkındaki görüşler
	Eleştirel düşünebilme hakkındaki görüşler
	Problem çözebilme hakkındaki görüşler
	El becerisine sahip olabilme hakkındaki görüşler
	Araştırma yapabilme hakkındaki görüşler
	Analitik düşünebilme hakkındaki görüşler

Tablo 4.30'da görüldüğü gibi öğretmenlerin sahip olmaları gerektiği beceriler yaratıcı olabilme, eleştirel düşünebilme, problem çözebilme, el becerisi, araştırma yapabilme ve analitik düşünebilme şeklinde gruplandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin yetiştirmek istedikleri öğrenciler gibi kendilerinin de yaratıcı düşünme becerisine sahip

olması gerektiğini düşünmektedir. Bu eğitimde projeler yaptırıldığı için öğretmenin hazırladığı projelerin kendilerine ait olması ve yaratıcı düşünmesi beklenmektedir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayının ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayının düşünceleri şöyledir:

Öğrencilere Arduino Uno R3'ü yaratıcı düşünmeyi öğretip daha sonra kendisinin bunun ile alakasız bir insan olmaması gerekiyor. Kendisinin de yaratıcı düşünebilmesi gerek. [GG_SJ_5]

Yaratıcı düşünebilmeli. [TE_SJ_3]

Öğretmenin kendisinin özgün olması gerekiyor. Öğrencilere verdiği projelerde özgün olması gerekiyor bunu da çocuklara belirtmesi gerekiyor. Öğretmen de gelişime açık olmalı, o da yaratıcı olmalı. [GG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin aynı zamanda eleştirel düşünme becerisine sahip olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin olguları analiz edip sentezleme becerilerine sahip olmaları gerektiğinden bahsetmiştir. Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin eleştirel düşünebilme yeterliği ile ilgili görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Eleştirel düşünme becerisi gelişmiş olmalı. Analiz sentez yeteneğinin olması gerekir. [TE_MC_2]

Eleştirel düşünebilmeli. [TE_SJ_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin bu eğitimle öğrencilerinde problem çözme becerilerini geliştirmek istiyorsa kendisinin de problem çözme becerisine sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır. Steve Jos grubundan, Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı problem çözme becerisi hakkındaki düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Problem çözme becerisi olması gerekiyor. Önce kendinin yapabiliyor olması lazım. [GG_SJ_5]

Problem çözme becerisi yüksek olmalı. [GG_T_3]

Problem çözme becerisinin üst düzey olması gerekli. [YG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin el becerilerinin gelişmiş olmasını söylemişlerdir. Öğretmenler bu eğitimde öğrencilere devre kurumunu anlatacakları ve proje yapımında çeşitli el becerilerinin gerektiği için gelişmiş el becerilerine sahip olması gerektiği üstünde durulmuştur. Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı el becerileri ile ilgili düşüncelerini aşağıdaki gibi dile getirmişlerdir:

Beceri anlamında el becerisinin sağlam olması lazım. [GG_T_5]

Beceriye de sahip olması gerekiyor. Çünkü hani motor kas becerileri ya da onu uygulayabilecek kabiliyette de değilse bunu anlatamaz. Çünkü devre kuracak. [GG_JC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin gündemi ve güncel konuları takip edebilmesi için araştırma yapmayı sevmesi gerektiğini ve iyi bir araştırmacı olası gerektiğinden bahsetmişlerdir. Kepler 1 grubundan iki öğretmen adayı, Tesla grubundan, Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin araştırma becerisine sahip olmaları gerektiği ile ilgili fikirlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

K1_2: Öğretmenin yeni şeylere açık olması lazım araştırıp gelmeli derse mesela.

K2_1: Konu hakkında sürekli araştırma yapması lazım genel güncel şeylerden haberdar olsun ki öğrencisini ona göre teşvik etsin. [GG_K1]

Araştırmayı sevmeli araştırma becerisi olmalı. [GG_T_6]

Bir öğretmenin çok iyi bir araştırmacı olması gerekir. [YG_MC_2]

Araştırmacı olmalı. [TE_SJ_4]

Son olarak, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin analitik düşünme becerisine sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı görüşünü aşağıdaki gibi belirtmiştir:

Analitik düşünme becerilerine sahip olmalıdır. [TE_MC_1]

Sonuç olarak, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenlerin yaratıcı olma, eleştirel düşünme, problem çözme, el becerisi, araştırma yapma ve analitik düşünme gibi becerilere sahip olması gerektiği FBÖA'lar tarafından vurgulanmıştır. FBÖA'ların görüşlerine göre öğretmenlerin beceri sahibi olması gerektiği görülmektedir.

FBÖA'lar öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilen ve ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin zamanı etkin kullanmaları gerektiğini belirtmişlerdir. FBÖA'lar eğitim süresince zaman planlamasının iyi yapılmasını ve her gruba gerektiği kadar vakit ayrılmasını önermektedirler. El-Cezeri grubundan, Kepler 1 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin zamanı yönetebilme yeterliğine sahip olmaları gerektiği ile ilgili fikirlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Hocam, bir de bu süreci çok iyi yönetmesi lazım. [GG_EC_3]

Her gruba yeterince zaman ayırması gerekiyor. [GG_K1_2]

Zamanı etkili kullanabilmeli. [GG_T_2]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin günümüze uygun eğitimde kullanılan araç gereçleri kullanabilmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle ifade etmiştir:

Çağın gerektirdiği eğitim araç gereçlerini kullanabilen bir öğretmen olmalı. [TE_SJ_5]

Kepler 1 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin ders sürecinde

kendilerinin de etkin olması gerektiğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Öğretmenin de aktif olması lazım öğrencinin isteği yükselsin. [GG_K1_3]

Sürekli aktif olmalı. [TE_JC_2]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin liderlik özelliğine sahip olması gerektiğini söylemektedir. Öğretmen adayı bu görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Lider olmalı. [GG_EC_1]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenciler süreçte projeler ve birçok etkinlik yaptığı için aktiftir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin sonuç odaklı olmaması ve bu sürece odaklanması gerektiğini vurgulamıştır. Öğretmen adayı görüşünü şöyle açıklamıştır:

Sonuç odaklı değil de süreç odaklı bir öğretmen olmalı. [GG_T_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin meraklı olmaları, öz güvenlerinin yüksek olmaları ve ilgili olmaları gerektiğinden söz etmişlerdir. Marie Curie grubundan, Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Meraklı olmalıdır. [TE_MC_3] [TE_T_4] [TE_T_6]

Öz güveni yüksek olmalıdır. [TE_MC_3] [TE_T_4] [TE_T_6]

İlgili olması gerekir. [GG_JC_4]

Son olarak, Marie Curie grubundan, Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin araştıran ve sorgulayan bir birey olması gerektiğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının düşünceleri şöyledir:

Araştıran sorgulayan olmalı. [TE_JC_2] [TE_MC_3] [TE_T_6]

4.2.1.2.1.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Eğitim Öğretimi Planlayabilmesi Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterliklerinden bir diğeri öğretmenlerin eğitim öğretimi

planlayabilme becerisine sahip olmasıdır. Kepler 1 grubundan, Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin plan yapabilmesi gerektiği ile ilgili görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

Planlı olması gerekiyor öğretmenin önceden planlaması lazım ki öğrencilere anlatması gerekiyor. [GG_K1_2]

Öğretmen için de büyük bir külfet derse hazırlanıp gelmesi gerekiyor hiçbir derse hazırlanmadan gelmemesi gerekiyor. Öğretmenin de zamanını vermesi gereken ders. [GG_MC_1]

Hocam planlı olması lazım. Mesela siz gelirken şunların hepsini getiriyorsunuz. Mesela ben olsaydım belki unutturdum bunu mesela getirmeyi. Plan lazım. [GG_SJ_3]

4.2.1.2.1.2.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimini Uygulayacak Öğretmenlerin Ölçme ve Değerlendirme Yapabilmesi Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmen yeterliklerinden biri öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme yapabilme becerisine sahip olmasıdır. Kepler 2 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme yapabilmesi gerektiği ile ilgili görüşlerinden şu şekilde bahsetmişlerdir:

Değerlendirmede mesela ürünü her boyutuyla inceleyebilmeli. Mesela mali açıdan, görünüş açısından, tasarımı açısından. Ya da kodlaması iyi mi kötü mü? O tarz açılardan inceleyebilmeli. [GG_K2_1]

Ölçme ve değerlendirme araçlarını iyi kullanabilmeli. [TE_EC_4]

4.2.1.2.1.2.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimini Uygulayacak Öğretmenlerin Öğrenme Ortamı Oluşturabilmesi Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmen yeterliklerinden biri öğretmenlerin öğrenme ortamı oluşturabilme becerisine sahip olmasıdır. El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrenme ortamı oluşturabilmesi gerektiği ile ilgili düşüncelerini şöyle belirtmişlerdir:

Etkili bir sınıf ortamı oluşturarak, sınıf yönetimine sahip olmalıdır. [TE_EC_1]

Öğrencilere uygun, aktif öğrenme ortamı oluşturabilmeli. [TE_EC_4]

Sınıf hâkimiyetini, sınıf düzenini, olumlu bir sınıf ortamı oluşturmaya özen göstermeli. [TE_JC_1]

4.2.1.2.1.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Tutum ve Değer Sahibi Olması Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerinden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulara göre ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterliklerinden bir diğeri öğretmenlerin tutum ve değer sahibi olmasıdır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin tutum ve değer sahibi olması ile ilgili görüşler Tablo 4.31'de sunulmuştur.

Tablo 4.31

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Uygulayacak Öğretmenlerin Tutum ve Değer Sahibi Olması Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin tutum ve değer sahibi olması hakkındaki görüşler	Kişisel ve mesleki gelişime sahip olma hakkındaki görüşler	Etik kurallara uyabilmesi hakkındaki görüşler
		Kendini geliştirebilmesi hakkındaki görüşler
		İşbirlikli çalışabilmesi hakkındaki görüşler
		Empati yapabilmesi hakkındaki görüşler
	İletişim kurabilmesi ve işbirliği yapabilmesi hakkındaki görüşler	Hoşgörülü, sabırlı olabilmesi hakkındaki görüşler
		Ön yargılı olmaması hakkındaki görüşler

Tablo 4.31'de görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin tutum ve değer sahibi olması ile ilgili yeterlikleri kişisel ve mesleki gelişimi sağlayabilmesi ve iletişim kurabilmesi ve işbirliği yapabilmesi şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin etik kurallara uyması gerektiğini düşünmektedirler. Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Etik kurallar diyorduk ya onlara uygun davranması gerekiyor. [GG_MC_2]

Adaletli vs. ahlak kurallarına dikkat etmesi gereken yeterliklere sahip olması gerekir. [TE_JC_2]

El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin kendini günümüz koşullarına uyacak şekilde geliştirmesi ve fen

ve teknolojide alanında kendini güncellemesi gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Fen ve teknolojiyi takip etmeli, gelişmelerden haberdar olmalı, kendini sürekli geliştirmeli. [TE_EC_4]

Kendini geliştirmeli, çağa ayak uydurabilmeli. [TE_EC_3]

Josephine Cochrane grubundan ve El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin öğrencilerle iletişim ve etkileşim kurabilmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca, Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin işbirliği yapabilmeleri gerektiğini söylemektedir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

İletişim becerileri zaten güçlü olmalı ki öğrenciyi anlayabilmeli, olumlu iletişim kurabilmeli. Öğrenci ile kendisi arasında ciddi bir güzel iletişim kurması gerekiyor. [GG_JC_2]

Sınıf yönetiminde bir ünite de şey vardı, mesela öğretmen bazen yani çocuklarla bir diyalog kurmak için bazen erkeklerle mesela maç konuşabilmeli, kızlarla işte modayı konuşabilmeli. İşte nelerden hoşlanıyor, hoşlanmıyor. Bu hakikaten önemli. Çocukla bir etkileşim kurması lazım. Dedğiniz gibi ben bilgisayar bilmiyorum dediğiniz zaman çocuk zaten sizinle bir etkileşim kuramıyor. Yani hiçbir iletişimi yok. Hocam hakikaten kendi alanının çok iyi hocası bile olsa çocukla etkileşim ve iletişim işini kuramadığı için bir türlü başarılı olamıyor aktarmakta. [GG_EC_2]

İyi iletişim ve etkileşim kurabilmeli. [TE_EC_3]

Öğrencilerle iletişimi iyi olmalı. [TE_JC_4]

ER-STEM etkinlikleri yapan bir öğretmenin en başta işbirliğine açık olması gerekmektedir. [YG_MC_2]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin kendini öğrencilerin yerine koyup düşünebilmesi gerektiğini söylemiştir. Böylece öğrencilerin nerelerde zorluk yaşayabileceklerini görüp onlara nerelerde yardım edebileceğini ön göreceğini düşünmektedir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle açıklamıştır:

Öğretmenin empati yapması gerekir. Öğrenci yerine koyması gerekir. Ben neler yapabilirim? Nerelerde zorlanabilirim? Ona göre aslında bir önlem alması lazım. [GG_K1_1]

Josephine Cochrane grubundan, Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin öğrenciler zorluk yaşadıklarında veya yardıma ihtiyaç duyduklarında onlara karşı sabırlı olmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Kepler 1 grubundaki öğretmen adayı deneyimledikleri bu süreçte öğretmenin sabırlı olduğundan ve bu durumu örnek alacağından da bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Yani öğrenciler yapamayabilir, zorlanabilir, sürekli yardım isteyebilir. Buna karşı hani ters bir hareket yerine hoş görülür, daha sabırlı olması gerekir. [GG_JC_4]

En önemli de sabır. Hocam sizde de gerçekten çok sabırlıydınız. Ben bu konuda sizi örnek alacağımı düşünüyorum. Sabır çok önemli. [GG_K1_2]

Öğrencilere karşı sabırlı ve duyarlı olmalıdır. [TE_SJ_4]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin teknolojiye karşı olumlu tutum sergilemesi ve hem kendisi hem de öğrenciler hakkında ön yargıya sahip olmaması gerektiğini söylemiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle belirtmiştir:

Tutum olarak da teknolojiye karşı bir ön yargısı ya da ben yapamam ya da çocuklar zaten anlamazlar gibi ciddi bir ön yargısı hiç olmayacak. [GG_JC_2]

4.2.1.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaşanabilecek Zorluklar Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşleri öğretmenin yaşayabileceği ve öğrencinin yaşayabileceği zorluklar şeklinde sınıflandırılmıştır. Eğitimde yaşanabilecek zorluklar Tablo 4.32'de sunulmuştur.

4.2.1.2.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğretmenin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler

Tablo 4.32'de görüldüğü gibi eğitimde öğretmenin yaşayabileceği zorluklar öğretmenden kaynaklı ve çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar şeklinde ikiye ayrılmıştır. Öğretmenden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar teknoloji kullanımı ve pedagoji ile ilgili zorluklar olarak kategorilendirilmiştir. Öğretmenlerin teknoloji kullanımı ile ilgili zorlanabilecekleri durumlar Arduino Uno R3-bilgisayar bağlantısı yapma, sensör kullanımı, devre kurma ve kodlama yapma ile ilgilidir.

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygularken Arduino Uno R3 ile bilgisayar bağlantısını yapmada zorlanabileceklerini düşünmektedir. Tesla grubundan iki öğretmen adayı öğretmenlerin bazı sensörlerin kullanımında sıkıntı yaşayabileceklerini söylemektedirler. Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı devre kurmada zorluk yaşanabileceğinden bahsetmişlerdir. Kepler 1 grubu ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğretmenlerin kodlama yaparken zorluk yaşayabileceğini düşünmektedirler.

Tablo 4.32

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaşanabilecek Zorluklar Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD	ALT KOD
Öğretmen kaynaklı yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler	Teknoloji kullanımı ile ilgili yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler	Arduino Uno R3 -bilgisayar bağlantısı yapma hakkındaki görüşler
		Sensör kullanımı hakkındaki görüşler
		Devre kurma hakkındaki görüşler
		Kodlama yapma hakkındaki görüşler
	Pedagoji ile ilgili yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler	Sınıf yönetimini sağlama hakkındaki görüşler
		Grup oluşturma hakkındaki görüşler
		Grup çalışması yaptırma hakkındaki görüşler
		Her grup-bireyle ilgilenme hakkındaki görüşler
		Alanında uzman olma hakkındaki görüşler
		Problem durumu bulma hakkındaki görüşler
		Aktif katılımı sağlama hakkındaki görüşler
		Etik kurallara uymayı sağlama hakkındaki görüşler
		Değerlendirme yapma hakkındaki görüşler
		Dönüt verme hakkındaki görüşler
		Ders anlatımı hakkındaki görüşler
		Motivasyon sağlama hakkındaki görüşler
		STEM entegrasyonu yapma hakkındaki görüşler
		Güvenlik önlemleri alma hakkındaki görüşler
		Bireysel farklılıkları dikkate alma hakkındaki görüşler
		Okul donanımı hakkındaki görüşler
		Uygulama zamanı hakkındaki görüşler
		Maliyet hakkındaki görüşler
		Eğitim ortamı hakkındaki görüşler
		Öğretim programı yetiştirme hakkındaki görüşler
		Okul yönetimi desteği hakkındaki görüşler
		Veli desteği hakkındaki görüşler
Öğrencinin yaşayabileceği zorluklar hakkındaki görüşler	Çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar hakkındaki görüşler	Grup çalışması yapma hakkındaki görüşler
		Problem çözme hakkındaki görüşler
		Çok yönlü düşünme hakkındaki görüşler
		Özgün fikir üretme hakkındaki görüşler
		Teknolojiyi kullanma hakkındaki görüşler
		Kodlama yapma hakkındaki görüşler
		Fritzing kullanımı hakkındaki görüşler
		Devre kurma hakkındaki görüşler
		Malzeme kullanımı hakkındaki görüşler
		Ürün oluşturma hakkındaki görüşler

Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Arduino Uno R3'ü bilgisayara bağlamada sıkıntı yaşanabileceğini düşünüyorum. Onu bağlayıp çalıştırıyoruz ama bir yerde kopuyor, bir şey oluyor. [GG_SJ_3]

T_2: Arduino Uno R3'ü da devre kurmayı da biliyorum aslında ama bazı sensörlerde çok ufak değişiklikler oluyordu onlar da sıkıntı yaşayabileceğimi düşünüyorum. Bunun için de siz Edmodo'ya yüklüyordunuz aslında oradan destek alarak rahatlıkla yapabiliyorum.

T_3: Birçok sensör var bu konuda sıkıntı yaşanabilir değişiyor çünkü. [GG_T]

Devre kurmada sıkıntı yaşanabilir. [GG_SJ_2]

Şu an ben bir üst nesle göre daha iyi teknolojiyi kullanabiliyorum. Mesela benim yeğenim küçük olmasına rağmen benden daha çok şey biliyor o yüzden yeni neslin teknoloji kullanımına yetişemeyebiliriz sıkıntı yaşayabiliriz. Yani devre kurma kısmında sıkıntı yaşanabilir. [GG_T_1]

Hepsi: Kodlama yaparken sıkıntı yaşayabiliriz. [GG_K1]

Kodlamalarda biraz sıkıntı yaşanabileceğini düşünüyorum. Onun belli bir şeyi yok ya yani farklı farklı yapılabilir o yüzden sıkıntı yaşanabilir. [GG_T_5]

Öğretmenlerin pedagoji ile ilgili zorlanacakları durumlar ise sınıf yönetimini sağlama, grup oluşturma, her grup-bireyle ilgilenme, grup çalışması yaptırma, alanında uzman olma, problem durumu bulma, aktif katılımı sağlama, etik kurallara uymayı sağlama, değerlendirme yapma, dönüt verme, ders anlatımı, motivasyon sağlama, STEM entegrasyonu yapma, güvenlik önlemleri alma ve bireysel farklılıkları dikkate alma ile ilgilidir.

Kepler 1 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ve Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin sınıf yönetimini sağlamada zorlanabileceklerini düşünmektedirler. Sınıfların kalabalık olmasından dolayı öğretmenin sınıfı kontrol edebilmesi konusunda sıkıntılar yaşayabileceğini öngörmektedirler. Öğretmen adaylarının sınıf yönetimini sağlama ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Kalabalık sınıflarda uygulanması durumunda öğretmenin sınıf hakimiyetinin sağlanması zor olabilir. [TE_K1_2]

Tüm sınıfta hakimiyeti sağlamak açısından sıkıntılı olabilir. (YG_JC_2)

Öğrencileri yönlendirmeleri gerektiği için sınıf yönetimi konusunda kargaşa çıkabilir. [TE_T_2]

Sınıf yönetiminde zorlanabilir. Bence problem de olur yani. Diğerlerini bir türlü aşar. Ama kalabalık sınıfta, bizim sınıfta bile zordu 6 grup vardı. [GG_T_3]

Kepler 1 ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kendi gruplarında anlaşmazlıklar yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Eğitim sürecinde öğretmen adaylarından BY ön test puanlarına bakılarak düşük, orta ve yüksek puan alan öğrencilerin aynı grupta yer aldığı heterojen gruplar oluşturulmuştu. Öğretmen adayları heterojen gruplarda ya da yakın olan arkadaşları bir araya getirerek oluşturulan gruplarda sıkıntı yaşanabileceğini söylemektedirler. Öğretmenlerin grup oluşturmada zorluk yaşayacaklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının grup oluşturma ile ilgili görüşleri şöyledir:

Heterojen grubu nasıl yapacağız? Çünkü biz bir nevi artık yetişkin insanlarız çok sorun yaşadık. Aslında düşündüğümüz zaman çok saçma şeylerden sorun yaşadık. Ama süreç içerisinde maalesef öyle olmuyor. En ufak bir şey bile bizi çok üzebiliyor. O yaştaki çocuklarda bu kadar sorun yaşanır mı yaşanırsa nasıl müdahale edilmesi gerekiyor? Öğretmen süreci bundan nasıl etkilenmeden yürütebilir benim aslında biraz da orada şüphelerim var. [GG_K1_3]

Biz yaşadığımız için kesinlikle grup problemleri olduğunda müdahale etmede sıkıntı yaşanabilir diye düşünüyorum. Çünkü neden? Bir işe başlıyorsun, işin ortasına geliyorsun, mesela atıyorum

akıllı sera projemizde, yani biz grup içinde iyi anlaşılan bir grup değildik. Siz heterojen grup oluşturdunuz. Şimdi bu öğrenciyle sevdiği arkadaşlarını bir araya koyalım. Bu sefer de başka bir sorun çıkar mı? Hani bu sefer sevdiği arkadaşları arasında mı olur yoksa... Gruplara ayırmada problem yaşanabilir ben kesinlikle problem yaşayacağımı düşünüyorum. [GG_SJ_6]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı Öğretmenlerin grup çalışması yaptırırken zorlanabileceğini söylemektedir. Öğretmen adayı öğrencilerin yaşının küçük olmasından dolayı grup içinde anlaşmazlıkların ortaya çıkabileceğini ve öğretmenin sıkıntı yaşayacağını öngörmektedir. Öğretmen adayı düşüncesini şöyle dile getirmiştir:

Hocam grup, kesinlikle grup çalışması çünkü yani STEM için değil, biz bir grup çalışması yaptırarak okulda, o kadar büyük sorunlar çıkıyor ki, grup arkadaşları ile anlaşamıyorlar, hocam arkadaş benim yaptığımı bozuyor. Zaten bunlar kaç yaşında çocuklar. Biri diyecek devreyi ben kurmak istiyorum ki genelde onlar devre kurmak isteyeceklerdir, dokunmak yapmak isteyeceklerdir ve diyecek ki ben yapacağım. Sonra yani anlatma konusunda değil de uygulama konusunda sıkıntı olabilir bence okulda. Çünkü hepsi olayın içinde olmak isteyecek. En eğlenceli kısmı neresi ise orada olmak isteyecek. Grup çalışması yaptırılacağı için sıkıntı çekilebilir. [GG_JC_3]

Ders sırasında uygulama yaparken her gruba yetişebilmek ve ortaya çıkabilecek grup içi anlaşmazlıklar konusunda sıkıntı yaşanabilir. [YG_JC_3]

Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı yine sınıfların kalabalık olması ve fazla grubun olması durumunda öğretmenlerin her bir bireyle ve grupla ilgilenmesinde zorluk yaşayabileceklerinden bahsetmektedirler. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle açıklamıştır:

Sınıfın mevcudu çok yüksekse gruplar bölündü diyelim ki 7 grup oldu. Hepsiyle tek tek ilgilenmek birazcık zor olabilir. [GG_JC_4]

Öğrenciler farklı anlama düzeylerine sahip olduğu için her biriyle tek tek ilgilenmek zor olabilir. [TE_T_2]

Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin alanında uzman ve gerekli donanımına sahip olması gerektiğini söylemiştir. Öğretmenlerin bu eğitimle ilgili yeterli bilgi sahibi olmadıkları durumda zorluklar yaşayacağından bahsetmişlerdir. Ayrıca, FBÖA'lar bu eğitimi uygulayabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Öğretmen adayları düşüncelerini aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

Uygulanması zor ve uzmanlık gerektiriyor. Bu eğitimi verecek kişilerin alanında uzman ve yeterli donanımına sahip olmaları gerekiyor. [TE_MC_2]

Öğretmenler bu konuda yeterli eğitim almamış olabilirler ve öğrencilere bu yaklaşıma dayalı eğitim yapılacağı zaman zorluk yaşanabilir. [TE_SJ_2]

En başta bir kere bunu uygulayacak öğretmenlerin yetiştirilmesi gerekiyor. [GG_MC_2]

Bu eğitimi uygulayacak öğretmen yetiştirilmeli. [YG_MC_1]

Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde her derse uygun, dikkat çekici ve günlük yaşamla ilgili bir problem

durumu bulunamayacağından dolayı zorluk yaşanabileceğini düşünmektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde belirtmiştir:

Her zaman dersin hedeflerine uygun merak uyandırıcı günlük bir hayattan problem durumu bulunmayabilir. [TE_K2_2]

Günlük hayattan problem bulunamayabilir. [TE_SJ_1]

Tesla grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin oluşturduğu gruplardaki her bir öğrencinin ders sürecinde aktif olmasını sağlamanın zor olabileceğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının öğretmenlerin öğrencileri aktif katılımını sağlamada zorlanabilecekleri ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Aynı zamanda bütün öğrencilerin aktif katılımlarını sağlamak konusunda zorluklar çıkabilir. [TE_T_3]

Grup içindeki herkesin etkinliğe katılımını sağlamak zor olabilir. [TE_EC_2]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin öğrencilerin etik kurallara uymasını sağlamada zorluk yaşayabileceğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayı öğrencilerin üretim yapmaya alışkın olmadıklarından dolayı başkalarının proje fikrini doğrudan almaya meyilli olduklarını ve öğretmenlerin öğrencileri bu konuda eğitmelerinin zor olabileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayı düşüncelerini şu şekilde ifade etmiştir:

Öğrencilerin etik kurallara uyarak projelerini yapmalarını sağlamak zorlayıcı olabilir. [YG_K2_1]

Etik kuralların uygulanmasında zorluklar yaşayabilirler. [TE_K2_1]

Bir de etik kurallarını gözetmekte biraz zorluk yaşanılabilir. Çünkü çocuklar genelde direk alayım modundalar, pek üretim modunda olmadıkları için bunları onlara kazandırmak için biraz zorlanılabilir. [GG_K2_1]

El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin değerlendirme yapmada zorluk yaşayacağından bahsetmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğretmenin öğrenciler kodlama yaptıklarında kodlamalarının doğru ya da yanlış olduğu hakkında dönüt verirken sıkıntı yaşayabileceğini düşünmektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

EC_1: Değerlendirme kısmı olabilir. Değerlendirme kısmında sıkıntı yaşanabilir.

EC_3: Yazılı değerlendirmelerde öğrenmeyi ölçmede zorluk yaşanabilir. [GG_EC]

Öğrencilere de dönüt vermekte sıkıntı yaşanabilir. Öğrenciler de kesin kodlamalar da takılacak onlar kafalarından bir kodlama yazacak ve öğretmenler onlara doğru yanlış dönütü vermekte sıkıntı yaşayabilirler. [GG_T_5]

Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin fen dersi anlatımlarına göre bu eğitimdeki ders

anlatımlarının daha zor olabileceğini söylemektedirler. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ders anlatımının daha fazla çaba gerektirdiğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

JC_2: Anlatırken zorluk yaşanabilir.

JC_3: Dersi anlatmak uğraştırıcı olabilir biraz daha, normal derse göre. [GG_JC]

Steve Jobs grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin öğrencileri konuya olan isteklerini sağlayabilmenin ve eğitim sürecinde herhangi bir olumsuzlukla karşılaştıklarında motivasyonlarını sağlamanın zorluk yaratacağını düşünmektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Öğrencileri bu konuya motive etmek biraz sıkıntılı olabilir bence en başta motivasyon önemli. Bunu yaptırabilmek, hani sorumlu olarak yaptırabilmek. Yani notla korkutmadan, hani gönüllü olarak yaptırabilmek önemli. Bunu düşünüyorum. [GG_SJ_4]

Prototipinde veya sunumunda sıkıntı yaşayan grup üyelerinin moralleri bozulup, o derse karşı artık isteksiz olabilirler öğretmenler bu konuda sıkıntı yaşayabilir. [YG_EC_2]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmenlerin teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını fen dersine entegre etmede zorlanabileceğinden söz etmektedir. Öğretmen adayı bu düşüncesini şu sözleri ile belirtmiştir:

Tüm alanları dersine entegre etmede zorlanabilir. [TE_JC_1]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenciler proje yaparken makas ve bıçak gibi onlar için tehlikeli malzemeleri kullanacakları için öğretmenin bu süreçte onları takip etmesi ve güvenlik önlemleri alması gerektiğini söylemektedir. Öğretmen adayı bu durumun kalabalık sınıflarda uygulanmasının zorluk yaratacağını düşünmektedir. Öğretmen adayı fikrini şu şekilde ifade etmiştir:

Bir kere güvenlik önlemleri alınması gerekiyor fişe takarken küçük yaş gruplarında onlara dikkat etmek gerekiyor sürekli öğretmenin başında olması gerekiyor bıçak kullanacaklar makas kullanacaklar proje tasarlarlarken onlar için başında olmak gerekiyor kalabalık sınıf olursa bu konuda sıkıntı çekilir. [GG_MC_1]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin teknolojiye ilgi gibi farklı bireysel özelliklere sahip öğrencilerinin olabileceğini söylemektedir. Ayrıca, öğretmenlerin teknolojiye ilgisi az olan öğrencileri de sürece dahil etmesi ve ilgilenmesi gerektiğini düşünmektedir. Öğretmen adayı öğretmenlerin teknolojiye ilgisi az olan öğrenciler gibi farklı özelliklere sahip olan öğrencileri belirlemede zorluk yaşayacağını şu şekilde belirtmiştir:

Bir de teknoloji ile çok fazla iç içe olmayanlar öğrenciler de olacak. Sonuçta hani bizim dönemimizde de herkesin teknoloji ile arası iyi değil. İllaki arada olmayanlar da çıkıyor. O tarz

öğrencilere de ilgi göstermemiz gerekiyor. Çünkü onların biraz daha anlaması zor. Daha açık anlaşılır bir şekilde ifade etmemiz gerekiyor. Bu öğrencileri belirleme konusunda zorluk yaşanabilir. [GG_K2_1]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenin yaşayabileceği çevresel faktörlerden kaynaklı zorluklar okul donanımı, uygulama zamanı, maliyet, eğitim ortamı, okul yönetiminin ve velinin desteği olarak sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenlerin teknolojik araç gereçlere ve proje yapmak için kullanılacak gerekli ekipmanlara erişimde zorluk yaşayabileceklerini söylemektedirler. Diğer bir deyişle öğretmenler okul donanımının kötü olmasından kaynaklı zorluklar yaşayabilirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

En büyük sorun bu uygulamayı yapmak için gerekli ekipman olmayabilir. [YG_JC_3]

Karşılaştığımız sorunlara çözümler bulup bunları yapmak için yeterli malzeme olmayışı da sorun olabilir (öğrencinin istediği sensörün olmaması, çözüm önerisi getiriyor fakat bunu yapabileceği malzeme yok). [YG_JC_3]

Teknolojik araç gereçlere ulaşma imkânı olmayabilir. [TE_JC_2]

Malzemede belki gittiğimiz bölgede, aslında Arduino Uno R3 çok uygun, internette de setlerine baktığımız için ama Ankara gibi elimizin altında sürekli ulaşamayacağımız bir ortam olursa malzeme, belki çocukların hayal gücü çok iyi olur ama onun istediği şeyi getirmek benim zamanımı alabilir. Malzeme temininde zorluk yaşanabilir. [GG_K2_2]

Her grup için malzeme temini zor olabilir. [TE_K2_2]

Karşılaştığımız sorunlara çözümler bulup bunları yapmak için yeterli malzeme olmayışı da sorun olabilir (öğrencinin istediği sensörün olmaması, çözüm önerisi getiriyor fakat bunu yapabileceği malzeme yok). [YG_SJ_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fazla zaman gerektirmesi bakımından öğretmenlerin eğitime zaman ayırma konusunda sıkıntı yaşayabileceklerini öngörmektedirler. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin fen dersi saatleri içerisinde yetiştirilemeyeceğini düşünmektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Süre olarak geniş bir zaman gerektirdiği için belki bu konuda öğretmenlere sıkıntı çıkarabilir diye düşünüyorum. [YG_K1_3]

K1_3: Zaman en büyük sıkıntı olabilir.

K1_2: Kalabalık sınıfları gruplara ayırdığı zaman zaman sıkıntısı yaşar öğretmen. Normal fen bilgisi dersleri arasına sığmayacak bir uygulama. Zoraki bir şekilde sığdırılsa bile yeterli zaman ayrılamayacak. [GG_K1]

Fazla zaman isteyen bir eğitim olduğu için yeterli zamanı ayırmak her zaman mümkün olmayabilir. [TE_T_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen dersi içerisinde yetiştirilemeyeceğini düşünmektedirler. Bu yüzden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin seçmeli bir ders olarak verilebileceğini önermektedirler. Öğretmen adayları bu görüşünü şöyle aktarmışlardır:

Zorunlu ders olarak konulur mu bilmiyorum ama okullarda seçmeli dersler var. Bunların çoğu da seçilmiyor ya da öğretmenler seçilmesine izin vermediği için seçemiyor çocuklar. Bu seçmeli dersler arasına bence bu da konulsa çok da güzel olur. Normal fen bilgisi dersleri arasına sığmayacak bir uygulama. Zoraki bir şekilde sığdırılsa bile yeterli zaman ayrılmayacak. Seçmeli ders adı altında konulsa. Öğrenciler de seçer dersi. [GG_K1_3]

Milli Eğitim'in yaptığı düzenlemede ders programına da konulması gerekiyor. Ayrı bir Arduino Uno R3 uygulaması çocuklara. Mesela fen öğretmeni 4 saat teorik giriyorsa ya da 2 saat, 2 saatte uygulama yaptırması gerekiyor Arduino Uno R3 ile ilgili. O derste işlediklerini sanki laboratuvar dersi gibi Arduino Uno R3'te nasıl entegre edeceklerini öğretmesi gerekiyor. [GG_MC_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin çok malzeme gerektirmesinden dolayı maliyetinin yüksek olacağını söylemektedirler. Eğitimin maliyetli olmasının öğretmenler için sıkıntı olacağını düşünmektedirler. Okul yönetimi bu malzemeleri temin etmezse öğretmenin kendi bütçesinden bu malzemeleri karşıladığını düşünerek maddi anlamda onlar için zorluk yaşayacaklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının düşünceleri şöyledir:

En başta ekonomik sıkıntıdan dolayı zorluk yaşanabilir diye düşünüyorum. [GG_MC_2]

Ekonomik olmayabilir. Maddi anlamda zorlanabilir. [TE_T_4]

Çok boyutlu olduğu için daha fazla araç gereç gerektirmesi maliyetli olabilir. [TE_JC_3]

Hocam bir kere yani öğretmen bütçesinden bir şeyler yapar bunlar için ama genelde bütün öğrencileri kapsayacağı için bir öğretmen bütçesini aşan bir şey devletin okulları bunun için 1 ödenek ayırması gerektiğini düşünüyorum bu ihtiyaçların karşılanması gerektiğini düşünüyorum. [GG_MC_2]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayının belirttiği gibi öğretmen adaylarının ER uygulamalarına dayalı STEM eğitime özel bir sınıfları olmadığı için projelerini taşımak durumunda kalmışlardır. FBÖA'lar eğitime özel sınıf olmadığı durumunda öğretmenlerin zorluk yaşayacağından bahsetmektedirler. Ayrıca, bu eğitime özel bir eğitim ortamının olması gerektiğini söylemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Eğitimin yapılacağı mekân (yer) her konu için önemli bir şeydir ve bu konuda sıkıntı yaşanabilir. Konu ile STEM eğitiminin yapılacağı mekânın paralel olması gerekir. [TE_K1_1]

Bu eğitime uygun sınıf sağlanamayabilir. Mekân zorlukları ile karşılaşılabilir. [TE_JC_3]

Büyük çapta bir öneri yapabiliyor muyuz? Eğer öyleyse mesela robotiğe ait diyeceğim. Bir sınıf tasarlanabilir okullarda öğrenciler için. Hani siz bu malzemeleri devamlı getiriyorsunuz, ders olmalı bir de laboratuvar gibi ona özel bir sınıf olmalı. [GG_JC_4]

Bu çalışmaların yapılabilmesi için bir de ortamın sınıf ortamı olabilir çalışmalarını gerçekleştirebileceği bir sınıf oluşturulabilir. [GG_MC_2]

Bunu yapabilecek bir sınıf gerekiyor. Mesela geleneksel bir öğrenme düzeyi olan bir sınıf olmaz. Biz bazen malzemelerimizi ve projelerimizi taşımak durumunda kaldık. [GG_MC_3]

FBÖA'lar öğretmenlerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini kalabalık sınıflarda uygularken zorluk yaşayacaklarını düşünmektedirler. Sınıf mevcudunun fazla olması öğretmenleri zorlayacaktır. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı daha az öğrenci

sayısının olduğu eğitim ortamları düzenlemesi gerektiğini söylemektedir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

Kalabalık sınıflarda STEM eğitimini uygulamak zor oluyor. [YG_T_5] [YG_SJ_3] [YG_T_3] [DP_EC]

ER-STEM kalabalık sınıfta uygulanamayabilir. [TE_EC_1]

Kalabalık sınıflarda uygulanmasında ise çeşitli güçlükler yaşanabilir. [TE_SJ_2]

Az öğrenci sayısı ile yapılmalıdır. Öğrenci sayısının çok olması zorluk yaşatabilir. [TE_MC_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fazla zaman gerektirdiğinden bahsetmişlerdir. Öğretmenler genel olarak öğretim programını yetiştirme kaygısı taşımaktadırlar. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı bu eğitimde de öğretmenlerin öğretim programını zamanında yetiştiremeyeceklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamıştır:

Müfredatı yetiştirememek dezavantajı. [TE_SJ_5]

Müfredat yetiştirme kaygısı var öğretmenlerin. Bu durum dezavantajı olabilir. [TE_SJ_4]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı okul yönetiminin öğretmenlerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamalarını desteklemeyebileceğini ve bu yüzden zorlanacaklarını söylemektedir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimin uygulanabilmesi için okul yönetiminin bütçe desteğinde bulunması gerektiğini düşünmektedir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ise eğitimde kullanılacak materyallerin okul yönetimi tarafından sağlanması gerektiğini savunmaktadır. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Okul yönetimi desteklemeyebilir. Bu konuda sıkıntı çekilebilir. [YG_JC_3]

Bu uygulamaların yapılabilmesi için uygun ortamların ve bilgisayar gibi desteklerin olması gerekiyor. Bu nedenle bu uygulamalar için bütçe ayrılması ve uygun ortamların yaratılması gerekiyor. [YG_MC_2]

Bir de hani şey, sizin devamlı sağladığınız o materyaller, hani kullanılan eşyalar bunlar okul tarafından sağlanmalı. [GG_JC_4]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ve Marie Curie grubundan iki öğretmen adayı öğretmenlerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde velilerin desteğini almaları gerektiğini yoksa zorlanacaklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları velilerin bu eğitimi istemeyebileceklerini ve maddi olarak kendilerini zorlayabileceklerini düşünebileceklerini söylemektedirler. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin projelerini velilerine yaptırabileceklerinden söz etmektedir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Hocam bence veliler de bu işin içinde düşünölmeli. Çünkü çocuğunun bu eğitimi almasını istemeyebilir. Çünkü günümüzdeki veli profili benim çocuğum dersi öğrensın, sınava girsın, iyi bir üniversiteye girsın. Yani demiyor ki çocuğumun şu yeteneğı de olsun, şunda gelişmiş olsun.

Velilere bunun önemi hakkında bir toplantı yapılmalı öğretmenlere büyük sıkıntı olur. [GG_JC_3]

MC_1: Velilerden karşı çıkan olabilir bu ne diye bilmedikleri için.

MC_2: Velilerin rızası da çok önemli tabii. Veliler buna olumlu bakmayabilir ekonomik açısından kendisine külfet olacağını düşünebilir. Öğretmen velilerin desteğini alamayabilir. [GG_MC]

Veliler desteklemeyebilir. [TE_MC_2]

Veli ve öğrencilerin bakış açılarına göre eğitimin uygulanabilirliğinin değişmesi. [YG_MC_1]

Projeyi öğrenci velisine yaptırabilir. [TE_SJ_5]

4.2.1.2.2.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğrencinin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların grup görüşmelerinden, yansıtıcı günlüklerden, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan ve ders planlarından elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin yaşayabilecekleri zorluklarla ilgili görüşleri Tablo 4.33'te verilmiştir.

Tablo 4.33'te görüldüğü gibi FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin yaşayabilecekleri zorluklar hakkındaki görüşler grup çalışması yapma, problem çözme, çok yönlü düşünme, özgün fikir üretme, teknoloji bilgisine sahip olma, kodlama yapma, Fritzing kullanımı, devre kurma, malzeme kullanımı ve ürün oluşturma olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.33

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Öğrencinin Yaşayabileceği Zorluklar Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencinin yaşayabileceği zorluklar hakkındaki görüşler	Grup çalışması yapma hakkındaki görüşler
	Problem çözme hakkındaki görüşler
	Çok yönlü düşünme hakkındaki görüşler
	Özgün fikir üretme hakkındaki görüşler
	Teknolojiyi kullanma hakkındaki görüşler
	Kodlama yapma hakkındaki görüşler
	Fritzing kullanımı hakkındaki görüşler
	Devre kurma hakkındaki görüşler
	Malzeme kullanımı hakkındaki görüşler
	Ürün oluşturma hakkındaki görüşler

Tesla grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin grup arkadaşlarıyla uyum içinde olma konusunda sıkıntılar

yaşayabileceğini söylemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde dile getirmiştir:

Arkadaşlar arası sorun yaşanabilir grup çalışmasında. [TE_T_4]

Öğrenciler gruplarla uyum sağlarken zorlanabilir. [TE_K1_3]

Josephine Cochrane grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin kendilerine verilen günlük yaşam problemlerine çözüm üretme konusunda zorluk yaşayabileceklerinden bahsetmektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Öğrenci probleme çözüm bulmakta zorluk yaşayabilir. [TE_JC_1]

Öğrenci problemi algılayamazsa soruna çözüm üretemeyebilir. [TE_K2_2]

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde proje geliştirirken öğrencilerin çok yönlü düşünmesi gerekmektedir. El-Cezeri grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin çok yönlü düşünmede zorluk çekebileceklerini düşünmektedirler. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle belirtmiştir:

Çok yönlü düşünmeyi gerçekleştirme öğrenciler açısından zor olabilir. [TE_EC_5]

Öğrenciler çok yönlü düşünebilmede zorluk çekebilirler. [TE_SJ_5]

El-Cezeri grubu ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde proje geliştirirken öğrencilerin proje problem durumuna özgün fikir üretme konusunda zorlanabileceklerini öngörmektedir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

Yeterli zaman tanınmadığında öğrencilerden özgün fikirler ortaya çıkmayabilir. [DP_EC]

Ürün oluşturma kısmında öğrencilerin özgün fikirler ortaya çıkarmaları da biraz zor olabilir. [TE_T_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde her öğrenciye bir bilgisayar olması ve öğrencilerin bu teknolojiyi kullanabilmeleri gerektiğinden bahsetmiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin teknolojiyi kullanamadıkları durumlarda zorluk yaşayabileceğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Her öğrencinin bilgisayara sahip olması gerekir ve bilgisayar kullanmasını bilmesi gerekmektedir. [YG_T_1]

Teknolojiyi iyi kullanamayan öğrenciler zorluk yaşayabilir. [TE_K2_1]

El-Cezeri grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenciler etkinlikleri veya projeleri yaparken birden fazla sensör kullandıkları durumlarda kodlama yapmada zorluk yaşayabileceklerini dile getirmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin kodlama yapmada zorluk yaşayabileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

Öğrenciler kodlama yaparken sensörleri birbirleriyle ilişkilendirmede ve gerekli değerleri vermede sıkıntı yaşayabilirler. [DP_EC]

Öğrenciler de kodlamalar da takılıp sıkıntı yaşayabilirler. [GG_T_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Fritzing devre çizme programında etkinlikleri ve projeleri için oluşturdukları devreyi çizmişlerdir. El-Cezeri grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin de bu programı kullanacağını düşündüklerinden devre çizimi yaparken zorluk yaşayabileceklerini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının düşüncesi aşağıdaki gibidir:

Öğrenciler Fritzing uygulamasında devrede kullanılan sensörleri bulmada zorluk yaşayabilirler. Fritzing uygulamasında sensörlerin isimlerini bilemeyebilirler. Ve devrede çok fazla kablo varsa bunları çizerken karıştırabilirler. [DP_EC]

El-Cezeri grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin etkinlik veya proje yaparken birden fazla sensör kullandıklarında devre kurmada zorlanabileceklerinden bahsetmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle betimlemiştir:

Öğrenciler sensörlerin nasıl bağlanacağını karıştırabilirler. Ve birden fazla sensör kullanılırken bağlantı kablolarını karıştırabilirler. [DP_EC]

Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenciler proje yaparken makas ve bıçak gibi onlar için tehlikeli malzemeleri kullanacakları için öğretmenin bu süreçte onları takip etmesi ve güvenlik önlemleri alması gerektiğini söylemiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin bu malzemeleri kullanmada sıkıntı yaşayacaklarını düşünmektedir. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

Öğrenciler kullanılan malzemelerde sıkıntılar yaşayabilir (delme, kesme gibi işlemlerde). [TE_K2_1]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin proje ürünlerini oluştururken sıkıntı yaşayabileceklerini düşünmektedir. Öğretmen adayı bu düşüncesini şöyle açıklamıştır:

Öğrenciler ürün oluştururken sorun yaşayabilir. [TE_EC_4]

4.2.1.2.3. FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Gelecekte Uygulama Nedenleri Hakkındaki Görüşler

Grup görüşmesinden, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulama nedenleri Tablo 4.34'te sunulmuştur.

Tablo 4.34

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Gelecekte Uygulama Nedenleri Hakkındaki Görüşler

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamaları na dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulama nedenleri hakkındaki görüşler	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrenciye katkı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler	Beceri gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Duyuşsal özelliklerin gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Bilgi gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Soyut kavramları somutlaştırdığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Üretken birey olmayı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Kalıcı öğrenmeyi sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Günlük yaşamla ilişkilendirmeyi sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Disiplinlerarası anlayış sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Zamanı etkin kullanmayı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Kariyer bilinci oluşturmayı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Sorumluluk bilincini artırmayı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Aktif katılımı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Bilim insanı yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Dersi verimli hale getirmeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Sosyal sorumluluk projesi üretmeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Sorgulayıcı birey yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Kavram yanılgılarını gidermeyi hedeflediği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Öğrenci merkezli olduğu için uygulanması hakkındaki görüşler
		Farklı zekâ türlerine hitap ettiği için uygulanması hakkındaki görüşler
		Fen-çevre konularına uygun olduğu için uygulanması hakkındaki görüşler
		Çok disiplinli olduğu için uygulanması hakkındaki görüşler
		Teknolojiyi takip etmeyi sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
		Yenilikçi öğretim olduğu için uygulanması hakkındaki görüşler
		Tasarım yaptırmayı sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler

Tablo 4.34'te görüldüğü gibi FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulamayı isteme nedenleri eğitimin öğrenciye katkı sağlaması, öğrenci merkezli olması, farklı zekâ türlerine hitap etmesi, fen-çevre konularına uygun olması, çok disiplinli

olması, teknolojiyi takip etmeyi sağlaması, yenilikçi bir öğretim olması ve tasarım yaptırmayı sağlaması şeklindedir. Ayrıca, FBÖA'ların eğitimi gelecekte uygulamayı isteme nedenleri bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi, bilim insanı yetiştirmeyi, dersi verimli hale getirmeyi, özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı, sosyal sorumluluk projesi üretmeyi, sorgulayıcı birey yetiştirmeyi ve kavram yanılgılarını gidermeyi hedeflemeleridir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrenciye katkı sağladığı için uygulamak istemektedirler. Grup görüşmesinden, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin beceri gelişimini, duyuşsal özelliklerin gelişimini, bilgi gelişimini, soyut kavramları somutlaştırmasını, üretken birey olmasını, kalıcı öğrenmesini, günlük yaşamla ilişkilendirmesini, disiplinlerarası anlayışını, yaparak yaşayarak öğrenmesini, zamanı etkin kullanmasını, kariyer bilinci oluşturmayı, sorumluluk bilincini artırmayı ve aktif katılımı sağladığı için eğitimi uygulamayı düşünmektedirler.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin beceri gelişimini sağladığı için uygulamak istemektedirler. FBÖA'ların beceri gelişimini sağladığı için uygulanması koduna ait alt kodlar Tablo 4.35'te sunulmuştur.

Tablo 4.35

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Öğrencilerin Beceri Gelişimini Sağladığı için Uygulanması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin beceri gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler	Yaratıcı düşünme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Eleştirel düşünme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Problem çözme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	İş birlikli düşünme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Karar verme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Araştırma becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Analitik düşünme becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Mühendislik becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	İletişim kurma becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Girişimcilik becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	El becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Teknolojiyi kullanma becerisini geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler

Tablo 4.35'te görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin beceri gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli düşünme, bilgi işlemsel düşünme, karar verme,

araştırma, analitik düşünme, mühendislik, iletişim kurma, girişimcilik, teknolojiyi kullanma ve el becerisini geliştirdiği için uygulanması şeklinde sınıflandırılmıştır.

Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte öğrencilerin becerilerini geliştirmek için kullanacaklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şöyledir:

Sadece fen bilgilerini sunmak yetersiz kalır. Öğrencilere bu bilgilerini kullanabilecekleri ve bazı becerileri kazandırabilmek için ER uygulamalarına dayalı STEM yaklaşımı benimsenmelidir. [TE_T_3]

Öğrencileri bulundukları seviyeden daha üst seviyelere çıkarmak için kullanım. Becerilerini geliştirmek için kullanım yani. [GG_T_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme amaçlı gelecekte uygulamak istediklerini söylemişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde eğitsel robotik kullanılmayan STEM eğitime göre öğrencilerin daha çok yaratıcı düşünceleri gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde açıklamıştır:

Öğretmen olarak bu uygulamayı öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmeleri için kullanım, onları düşünmeye yönlendirerek bu uygulamayı kullanmayı düşünüyorum. Geleceğin mühendisleri, mimarları bizim ellerimizden geçeceği için onların ne kadar çok yaratıcılıklarını geliştirirsek o kadar iyi sonuçları doğurur. [YG_T_5]

Öğretmen olarak bu uygulamayı öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmek için kullanmaya çalışırım. [YG_EC_3]

Biz bilim insanı yetiştirmek istiyorsak sadece fen bilgisi ile teorik olarak yeterli değil. O yüzden teknolojiyi kullanmak, aynı zamanda matematiği hani hesaplamalarda vs kullanmak, mühendislik tasarım sürecini de işte bir ürünü ortaya koyarken kullanmak, şimdi fen eğitiminde de bir öğrenci sadece teorik olarak bilip ortaya bir ürün koyamıyorsa bence hani tam bilim olmuş olmuyor. Hani ER-STEM eğitimi yaratıcı düşünmeyi geliştiriyor. [GG_JC_2]

Öğrencilerin yaratıcı becerilerini geliştiriyor direkt bilgiyi hazır vermek yerine kendi bilgisini kullanmayı öğretiyor. Ekstra olarak teknolojiyi de katıyoruz normal STEM etkinliğinde yaratıcılık var grupça çalışma falan var ama. ER-STEM'de yaratıcılık daha üst seviyede. [GG_T_3]

Kepler 2 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin olayları farklı yönlerden düşünmesini sağladığı için uygulamayı istediklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin olaylara farklı bakış açısı ile bakabilmeleri yaratıcılığın özellik boyutunun esneklik alt boyutu ile ilgilidir. Kepler 1 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin düşüncelerini sağladığı için uygulamak istediklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin düşünceleri yaratıcılığın süreç boyutunun düşünme alt boyutu ile ilgilidir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ise eğitimi öğrencilerin hayal gücünü geliştirdiği için uygulamak istediğini söylemiştir. Öğrencilerin hayal gücü yaratıcılığın süreç boyutunun hayal gücü alt boyutu ile ilgilidir. Son olarak, El-Cezeri ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin ürün

oluşturmalarını sağladığı için uygulamak istediklerini dile getirmişlerdir. Öğrencilerin ürün oluşturması yaratıcılığın ürün boyutunun teknik ürün alt boyutu ile ilgilidir. FBÖA'ların görüşlerinden eğitimin öğrencilere yaratıcılığın özellik, süreç ve ürün oluşturma boyutlarında katkıları olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Olaylara farklı bakış açıları ile bakmalarını sağladığı için düşünürüm. [TE_K2_1]

Öğrencilerin farklı bakış açıları geliştirmesini sağladığı için uygulayım. [TE_JC_1]

Öğrenciyi düşünmeye sevk ettiği için uygulamayı düşünürüm. [TE_K1_3]

ER uygulamalarına dayalı STEM etkinlikleri, öğrencileri düşünmeye sevk eder. O yüzden uygulayım. [TE_SJ_3]

Öğrencilerin hayal güçlerini geliştiren bir uygulama olduğunu düşünüyorum. Bu yüzden uygulamak isterim [YG_MC_2]

Öğrencilerin yaratıcılığını hayal gücünü ortaya çıkarmalarını ve geliştirmelerini sağlayan etkinlikler olduğunu düşünüyorum. [YG_MC_2]

Uygularım çünkü bir sorun karşısında bir çözüm bulunarak yeni bir ürün oluşturulmalıdır.

Öğrenciler bir soruna karşı çözüm bularak yeni bir ürün oluşturur. [TE_EC_1]

Öğrencileri tasarım yapmaya sevk ettiği için uygulamak istiyorum. [TE_K1_3]

Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini geliştirdiği için uygulamak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerinden şu şekilde bahsetmişlerdir:

ER-STEM eğitimi eleştirel düşünmeyi geliştiriyor, çevreye nasıl diyeyim daha bizim yaşam becerileri katmamız gerekiyor ya öğrencilere, bunlardan bir tanesi de öğrenciye hani eleştirel düşünme becerisini kazandırmak ya da hani üst bilişsel düşünme becerilerini kazandırmaksa bizim bunu sadece teoriksel olarak anlatmayla kazandırmamız mümkün değil. Yani bizim bu Arduino Uno R3'ü kullanmamızdaki büyük neden bence hani buradaki öğrenciye kazandırmak istediğimiz becerileri daha rahatlıkla kazandırmamızı sağlamış oluyor yani. [GG_JC_2]

Öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi gelişir. [YG_JC_2]

Eleştirel düşünme, başkalarının emeklerine saygı gibi davranışları kazanmalarını beklerim. [YG_T_2]

Öğrencilerde problem çözme basamakları, karar verme, eleştirel düşünme becerileri geliştirme de önemlidir. Aynı zamanda öğrenciler de karşı görüşlere karşı saygı, hoşgörü gelişmesi sağlanır. [TE_T_2]

Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin problem durumlarına yönelik çözümler üretebileceği bir eğitim olduğundan bahsetmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği için faydalı bir eğitim olduğunu düşünmektedir. FBÖA'lar eğitimi öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirdiği için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Arduino Uno R3 ile desteklenmiş STEM eğitimi öğrencilerin problemlere karşı çözüm üretmelerini destekler. [YG_MC_2]

ER-STEM öğrencilerin problem çözme ve proje tasarımlarını aynı zamanda teknolojiye kullanmalarını destekleyen bir eğitim yaklaşımıdır. [TE_MC_1]

Çünkü fen bilgisi hocam hayat ile çok ilişkili. İşlediğimiz her konu günlük hayat ile ilgili. Çevre sorunları, hastalıklar vs. bunların hepsine çözüm üretebilmek için çocuklara düşünmeyi, problem çözmeyi öğretmemiz gerekiyor. Bu yüzden de teknolojiyi de burada bir yere koymamız gerekiyor. Öğrencileri elindeki malzemeleri değerlendirerek kendi sorununu çözecek duruma getireceğiz artık. [GG_K2_2]

Öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği için oldukça yararlı bir eğitimidir. [TE_T_2]

Arduino Uno R3 ile desteklenmiş STEM eğitimi öğrencilerin problemlere karşı çözüm üretmelerini destekler. [YG_JC_4]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin algoritmik düşünme becerisini geliştirdiğini söylemiştir. Öğretmen adayının bu görüşünden eğitimin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi algoritmik düşünme alt boyutuna katkı yaptığı görülmektedir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise bu eğitimle öğrencilerin eski bilgilerini yeni durumlara uyarlayabileceğini söylemiştir. Öğretmen adayının bu görüşünden eğitimin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisi genelleme alt boyutuna katkı yaptığı görülmektedir. Öğretmen adayları eğitimi bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin algoritmik düşünme becerisi gelişir. [YG_JC_2]

Eski bilgiyi kullanarak yeni durumda bunları kullanması sayesinde öğrenci birçok yönden kendini geliştirebilir. [YG_K2_1]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin grup arkadaşlarının fikirlerine saygı duymayı ve işbirliği içinde çalışmayı öğreneceğini söylemektedir. Kepler 1 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı eğitimi uygulamayı grupla çalışmayı benimsediği için tercih ettiklerini belirtmişlerdir. El-Cezeri grubu ve Josephine Cochrane grubundan üç öğretmen adayı eğitimin işbirlikli düşünme becerisini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları eğitimi işbirlikli düşünme becerisini kazandırdığı için uygulamak istediklerini dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

Bir kere grup içerisinde grupla çalışmayı öğrenirler, birbirlerinin düşüncelerine saygılı olmayı öğrenirler, işbirlikli çalışmayı öğrenirler. [GG_T_2]

Grup çalışmasına da önem verildiği için bu eğitim benimsenmelidir. [TE_K1_2]

İşbirliği sağladığı için kullanmayı tercih ederiz. [GG_EC_4]

Eğitsel robotik uygulama birlikte çalıştırmayı gerektirerek işbirlikli çalışma duygusunu geliştirir. [DP_EC]

Öğrencilerin işbirlikli çalışma becerisi gelişir. [TE_JC_2]

Öğrenciler grup çalışmasına aktif katılırlar ve toplum içinde daha rahat hareket edebilirler. İşbirlikli şekilde çalışmayı öğrenirler. [YG_JC_3]

Grup çalışması yaptıkları için, hoşgörülü olurlar birlikte çalışmayı öğrenirler. Yani bireysel farklılıklar, grupta anlaşılmadığımız noktalar olabilir herkes aynı düşünmek zorunda değil. Herkes birbirine saygı çerçevesi içinde fikirlerini söyleyebilir. Başta ben onla anlaşıyorum diyebilir. Ama bir süre sonra birlikte bir şey üretecekleri için mecbur da kalsa ilk başta mecbur

kalıyor ama sonra artık alışmaya başlıyorlar, işbirlikli çalışmayı öğrenir farkında olmasa da. [GG_JC_4]

Marie Curie grubundan, Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin analitik düşünme becerisini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerin analitik düşünme becerisini geliştirmek için kullanacaklarından bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının fikirleri şu şekildedir:

Öğrencilerin analitik düşünmesini sağlar. [GG_MC_3]

Analitik düşünebilen bireyler yetişir. [TE_MC_3] [TE_T_6]

Analitik düşünme becerilerini geliştireceğini düşünüyorum. [YG_SJ_5]

Tesla grubundan üç öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin karar verme becerisini geliştirdiğini düşünmektedirler. Bir öğretmen adayı karar veremeyen bir insanken bu eğitimle değiştiğini dile getirmiştir. Öğretmen adayları eğitimi uygulama nedeni olarak öğrencilerin karar verme becerilerini geliştirmesini öne sürmüşlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

T_2: Öğrenciler karar verebilirler bunun gibi becerileri geliştirir.

T_3: Bir de öğrencilere pratik düşünmeyi kazandırıyor. Ben çok zor karar veren bir insandım bu derste bunu yaşamadım hemen anında deneyip sonucu görmek istiyorum. Bu yönden bir katkısı olur öğrencilere. [GG_T]

Karar verme becerileri gelişir. [TE_T_5] [TE_T_2]

Kepler 1 grubundan, Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin araştırma becerisini geliştirdiğini düşünmektedirler. Bu yüzden eğitimi uygulamak istemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Öğrenciler araştırma becerisi kazanırlar. [GG_K1_2]

Öğrenciler araştırmacı bir kişilik kazanırlar hocam. [GG_K2_2]

Öğrencileri araştırmaya teşvik ettiği için uygulamalı. [TE_SJ_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi grupla çalışma imkânı tanıdığı için öğrencilerin birbiriyle iletişim kurma becerilerinin gelişeceğini söylemiştir. Tesla grubundan farklı bir öğretmen adayı, Kepler 2 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı da eğitimin iletişim kurma becerilerini geliştireceğini düşünmektedirler. Öğretmen adayları eğitimi iletişim kurma becerisini kazandırdığı için uygulamak istediklerinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Arduino Uno R3 ile desteklenmiş STEM eğitimi dersinde yapılan etkinliklerle öğrencilerin işbirlikli öğrenme sayesinde birbirleri ile fikir alışverişi, görev paylaşımı gibi olaylar sonucunda kendini ifade edebilme, iletişim becerisi gibi kişisel-sosyal becerilerinin gelişmesi sağlanır. [YG_T_1]

Öğrenciler birbirleriyle iletişim kurmayı öğrenirler. İletişim becerisi kazanırlar. [GG_T_2]

Arduino Uno R3 ile desteklenmiş STEM eğitimi dersinde yapılan etkinliklerle öğrencilerin kendini ifade edebilme, iletişim becerisi gibi kişisel-sosyal becerilerinin gelişmesi sağlanır. [YG_K2_1]

Öğrencilerin iletişim becerilerini geliştirir. [TE_EC_4]

Josephine Cochrane grubundan, Kepler 1 grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin el becerilerinin geliştirileceğini dile getirmiştir. Öğretmen adayları bu yüzden eğitimi uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

El, motor, kas becerileri gibi öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesi ile aktif tutulduğu bu süreçte bu alanlarda gelişimleri sağlanır ve katkıda bulunulmuş olur. [YG_JC_2]

El becerileri konusunda gelişmelerini sağlarım. [YG_K1_1]

Öğrenciler hem el becerisi kazanır. [YG_EC_2]

Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin girişimcilik becerisinin geliştirilebileceğini düşünmektedir. Öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin girişimcilik becerisini geliştirdiği için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

Girişimci bir nesil yetiştirebiliriz. [GG_K2_2]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilere teknolojiyi kullanma becerisi kazandırılabilirliğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayı eğitimi öğrencilere girişimcilik becerisi kazandırmak istediği için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı bu görüşünü şu şekilde belirtmiştir:

Teknolojiyi kullanabilme becerisini katıyor aynı zamanda. [GG_T_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin duyuşsal özelliklerinin gelişimini sağladığı için uygulamak istemektedirler. FBÖA'lar duyuşsal özellikleri temsil eden ilgi, motivasyon, öz-güven ve tutum ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir. Eğitimin duyuşsal özelliklerin gelişimini sağladığı için uygulanması koduyla ilgili bulgular Tablo 4.36'da sunulmuştur.

Tablo 4.36

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Öğrencilerin Duyuşsal Özelliklerinin Gelişimini Sağladığı için Uygulanması Hakkındaki Görüşler

KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin duyuşsal özelliklerin gelişimini sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler	İlgiyi artırdığı için uygulanması hakkındaki görüşler
	Motivasyon sağladığı için uygulanması hakkındaki görüşler
	Öz-güven geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler
	Tutum geliştirdiği için uygulanması hakkındaki görüşler

Tablo 4.36’da görüldüğü gibi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin duyuşsal özelliklerin gelişimini sağladığı için uygulanması kodu ilgiyi artırdığı, motivasyon sağladığı, öz-güven ve tutum geliştirdiği için uygulanması şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin fene karşı ilgisini artırdığı için uygulamak istemektedirler. Tesla grubundan grubundan iki öğretmen adayı düz anlatımla işlenen dersler yerine bu eğitimde olduğu gibi dikkat çekici etkinlikler yaptırarak öğrencilerin derse olan ilgilerini artırmak istemektedirler. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğrencilere proje yaptırarak onların ilgilerini çekebileceğini söylemiştir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı da birçok öğrencinin fen’e karşı olumsuz tutum sergilediğini ve öğrencilere fen’i sevdirmek ve fen’e karşı ilgisini artırmak için bu eğitimi uygulamak istediğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Öğrenciler için dikkat çekici ve merak uyandırıcı etmenler öğrenme hızını ve öğrencilerdeki öğrenme isteklerini artırır. Bu etkinlikleri fen bilimleri ile ilişkilendirerek çocukların bu derse olan ilgi ve yeteneklerini arttırmak için bu etkinlikleri kullanacağım. [YG_T_4]

Meslek hayatımda zaten Arduino Uno R3’ü derslerde kullanmayı düşünüyorum. Öğrencilerin derse ilgisini arttıracaklarını düşünüyorum. Bir düz anlatımla derse gitmek var bir de acaba bugün derste ne öğreneceğiz hangi sensörü öğreneceğiz diye gitmek var. Onlarda da aynı şekilde merak duygusunu uyandırıyor ve ilgisini artırıyor. [GG_T_6]

21. yy. gerektirdiği bir insanda olması gereken yeterliliklerle bizim eğitim sistemimiz arasında çok fazla fark var. Biz hala öğrencilerimize basit elektrik devreleri kurduruyoruz ve bu onların hiç ilgisini çekmiyor buna bağlı olarak da fen okuryazarlığımız bilim okuryazarlığımız gelişmiyor. Ama biz derslerimizde böyle projeler yapar ve yaptırırsak öğrencilerimizin daha çok ilgisini çekeceğini düşünüyorum. [YG_SJ_5]

Aslında yine aynı şeyleri söyleyeceğim galiba. Yine öğrencinin fen alanına ilgisini artırır. Mesela çoğu öğrenci fen’i sevmiyor. Neden sevmiyor? Zor buluyor. Özellikle fizikle alakalı konularda. Kuvvet hareket gibi konularda. Belki öğrencilerin sevmediği konuları biraz daha eğlenceli hale getirebilmek açısından faydalı olabilir. [GG_K1_3]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin okula karşı ilgisini artırdığı için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı bu eğitimde öğrencilerin okul hakkındaki olumsuz görüşlerinin olumlu görüşlere dönüşebileceğini ve öğrencilerin okula karşı ilgisinin artacağını söylemiştir. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

Bence okula ilgileri artar. Okulu bir yükümlük olarak görmek değil de daha eğlenilecek öğrenilecek mesela şu an bizim ülkede bu yükümlülük üniversitede bile hoca imza almazsa gelmiyoruz. Ama aslında bizim buraya gelme nedenimiz bir şeyler öğrenmek, kendimizi geliştirmek. Öğrenciler bu etkinlik sayesinde okulu bir yükümlülük olarak görmeyip kendi hayatında yaşadığı alanda kendine bir şeyler katacağını fark edip okula bu nedenle gelir, okula bakış açılarını değiştirebilir. [GG_JC_3]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin teknolojiye olan ilgisini artırdığı için uygulamak istemektedir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ise eğitimi öğrencilerin fen ve mühendislik alanlarına olan

ilgisini artırdığı için uygulamak istemektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin teknolojiye olan ilgilerini artırır. [YG_SJ_5]

Öğrencilerimde bu uygulamalar ile daha çok merak oluşturacağımı ve onların fen mühendislik alanlarına ilgilerinin çok artacağını düşünüyorum. [YG_MC_2]

Marie Curie grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilere motivasyon sağladığını düşünmektedirler. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimle öğrencilerin fen ve matematik dersine motivasyonlarının artacağından ve öğrencilerin derslerde eğleneceğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerin motivasyonunu artırdığı için uygulamak istediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

MC_1: Öğrencilerin motivasyonlarını yükseltir

MC_3: Öğrencileri güdülüyor aslında bir tane proje yapsalar başka projeler için de güdülüyor başarılı oldukları zaman. [GG_MC]

Öğrencilerin motivasyonunu yükseltmede etkili olabileceğini düşünüyorum. [YG_MC_1]

Bu sayede öğrenciler genelde korktukları fen ve matematik derslerine daha motive olacaklardır. Ve derslerde eğlenerek öğrenme gerçekleşecektir. [TE_EC_2]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin proje yapmalarını sağlayarak öz-güvenlerini geliştirdiğini söylemiştir. Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin eğitimde ürün oluşturdıklarını ve üretken bir birey olmalarını sağlayarak öz-güvenlerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Kepler 1 grubundan, Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan iki öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin öz-güvenlerini geliştirdiği için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Öğrencilerin bu eğitimle kendine olan öz-güveni artar ve ileride kendini gerçekleştirmiş bir birey olup topluma faydalı bir vatandaş olur. [TE_K1_1]

Mühendisliği de dahil ederek çocukların proje yapmalarını ve böylece öz-güvenlerini geliştirmelerini sağlamış oluruz. [TE_K1_2]

JC_1: Çocuk artık ben yapabiliyorum diyecek öz-güveni artacak.

JC_2: Öz-güven çok önemli, öğrencilerin öz-güvenini geliştirir.

JC_1: Ben artık üretken bir bireyim. Kişinin sıradan biri olmadığını bence hissettirir. Kişinin öz-güvenini geliştirir.

JC_2: Farklı bakış açıları olduğundan o yaşlarda farklı ürünler ortaya koyarlar bu da yine öz-güvenlerini geliştirir. [GG_JC]

Öğrencilerde ben yapabilirim bilinci olur. Kendine güveni gelir. [TE_T_1]

Öğrenciler bu süreç sonunda mutlu olup kendilerini üretken hissedeceklerdir ve bu da kesinlikle kendilerine olan güvenlerini etkileyecektir. [YG_T_3]

Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin fen dersinden hoşlanmadıklarını ifade etmişlerdir. Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir

öğretmen adayı bu eğitimi fen dersini sevdirmek için kullanacaklarını dile getirmişlerdir. Öğretmen adayları bu eğitimi öğrencilerin fene karşı olumlu tutum geliştirmeleri için kullanmak istemektedirler. Sadece Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin eğitimde başarılı olmadıkları durumunda fen dersini sevmeyebileceğini söylemiştir. Öğretmen adaylarının düşünceleri aşağıdaki gibidir:

Dersi sevmek önemli ortaokul öğrencileri fen dersi çok sevmiyor. Ama teknoloji ilerlediği için bizden sonra gelenler daha hızlı bu konuda o yüzden onların dikkatini daha çok çekecektir. O yüzden daha hevesli olacaklardır belki de daha çok seveceklerdir. Bu anlamda büyük bir şey yapmış oluruz. Çünkü Türkiye'deki ortaokul öğrencileri pek alakalı değil fen dersleriyle. Onları geliştirmek için bu anlamda kullanmayı isterim. [GG_T_4]

Öğrenciler pasif kaldıklarında öğrenme tam olarak gerçekleşmiyor. Öğrenciyi derse bizzat katarak hem sıkılma olayını önlemiş olur hem de ilgi ve istekleri konusunda derse karşı tutumları olumlu olarak gelişir. [TE_T_3]

Fen dersine karşı bütün tabuları yıkarak öğrencilere bu dersi sevdireceğini düşünüyorum. [YG_T_3]

T_5: Tutumları da bakış açıları da değişiyor.

T_6: Öğrencilerin ön yargılarını yıkıyoruz, tutumları değişiyor. [GG_T]

Fen'le alakalı olarak fen'i sıkıcı olarak görmekten çok eğlenceli olarak görürler. [GG_MC_2]

Çağdaş bir yaklaşım olduğu için öğrenciyi derse çekme, fen'i sevdirmede kullanılır. [TE_MC_3]

Öğrenciler başaramadığında fen dersini sevmeyebilir. [TE_SJ_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirmesinin yanı sıra bilgi gelişimlerini de sağladığını düşünmektedirler. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı eğitimin fizik, kimya ve özellikle biyoloji alanlarında katkısı olacağından söz etmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin bu eğitimle teknolojiye hâkim bireyler olacaklarını düşünmektedir. Öğretmen adayları eğitimi fizik, kimya, biyoloji ve teknoloji alanlarında bilgi gelişimlerini sağlayacağı için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle betimlemiştir:

Özellikle biyoloji konularında öğrencilere çok katkısı olacağını düşünüyorum, tabi fizik ve kimyada da olacaktır. [YG_EC_2]

Teknolojiye hâkim bireyler yetişir. [TE_SJ_1]

Tesla grubundan, Marie Curie grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin elektrik, periyodik cetvel ve enerji dönüşümü gibi soyut olan fen dersi kavramlarını somutlaştırdığı için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde açıklamıştır:

Yararlarından biri soyut kavramları somutlaştırması. [TE_T_6]

En basitinden elektrik çocuklar için çok soyut kalıyor onu hayallerinde canlandıramıyorlar. Biz diyoruz işte tahtada artı buradan eksi buradan onu buraya bağlayacaksın ama onu uygulamadığı zaman görmüyor, onu uygulaması bu şekilde bir devre tasarlanması bunu projesine yansıtması da aslında bir somutlaştırma olmuş oluyor. [GG_MC_2]

Soyut kavramları somutlaştırarak kalıcı öğrenmeyi sağlayacak. Mesela sadece sunumla anlatılan bir konu olabilir. Atıyorum periyodik cetvel. Sonunda sadece tabloyu klasik olarak gösteririz sunumda. Kitapları vardır ama öğrenciler bileşikleri metalleri ametalleri kafasında tam oturtamaz. Hocam size daha önce anlattığım bir şey vardı. Mesela metaller bir renkte yansın, soy gazlar, ışıklarla LED'lerle onlara anlatalım gibisinden. Onlara LED yerleştirip her renk bir şeyi temsil edecek atıyorum ametel metal soy gaz. Bu şekilde çocuklar sunumdan değil de kendileri düğmeye basıp öğrenebilecekler yani kalıcılığı artırmış oluyor ve soyutu somutlaştırmış oluyor. [GG_T_6]

Günlük hayatta çok sorun var bunlar fen bilimleriyle alakalı sorunlar var. Bunları sınıfta somutlaştırmış şekilde sunarsak öğrencilere, anlamaları da iyi olacak. Bir de şöyle bir şey var hocam. Biz onu zaten biliyoruz. Rüzgâr enerjisinden yapılışını da okuduğumuzda anlayabiliyoruz belki ama onu ufacık bir LED yaktığımızda o kadar mutlu olduk ki. Biz onu biliyoruz ama onu somut bir şekilde görmek bambaşka bir şeydi. O kadar heyecanlandım ki. [GG_K1_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde LDR sensörünü devreyi somut bir şekilde kurduktan sonra anladığını söylemiştir. Öğretmen adayı düşüncesini şöyle ifade etmiştir:

Açıkçası bu hafta LDR'yi teorik olarak dinlerken biraz kafam karıştı. Dersin başında kafamı karıştıran yeni bir direnç çeşidi olan LDR devreyi kurduktan sonra biraz daha somutlaştı. [YG_T_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin üretken bir birey olmalarını sağladığını düşünmektedirler. Tesla grubundan bir öğretmen adayı başarılı bir öğretmen olmayı bütün problemleri çözebilen bir öğrenci değil üreten bir öğrenci yetiştirebilmek olduğunu düşünmektedir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise şimdiki öğrencilerin hayal güçlerinin kısıtlandığını ve proje üretmediklerini söylemektedir. Öğretmen adayları bu eğitimi öğrencilerin üretken olmalarını sağlamak için kullanmak istemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Arduino Uno R3 uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelişen teknoloji karşısında insan gücünün yerini robotlara bırakmakta bu yüzden geleceğimiz olan çocuklara küçük yaşta bu teknolojiyi öğretmek onların üretken olmasını sağlayacak. [YG_T_1]

Gelişen teknoloji karşısında üretken bireyler yetiştirmek gerekiyor. Biz öğretmenlere de büyük görevler düşüyor. [TE_T_1]

T_1: Üretken bireyler yetiştirmek bence bizim ilk hedefimiz. Bu uygulamaları ileride yapacağım. Bence şu an iyi bir öğretmen olmak demek başarılı bir öğrenci yetiştirmek demek değil artık çünkü bizim zamanımızda bir öğrenci bütün problemleri çözüyorsa o başarılı demektir. Şimdi herkes bu problemleri çözüyor senin bir adım önde olabilmen için bir şeyler üretmen gerekiyor. O yüzden ben de başarılı bir öğretmen olmak için öğrencilerimin üretmelerini isterim. O yüzden öğrencilerime bu uygulamayı yaparım.

T_1: Olaylara farklı bakış açılarını getirmelerini isterim. Bu yüzden Arduino Uno R3'ü yeni bir şeyler üretsinler diye öğretirim.

T_3: Arduino Uno R3 mühendislik çalışmalarının en basit düzeyi diye düşünüyorum. Arduino Uno R3 basit bir şekilde neler yapabileceğimizi gösteriyor ve üretkenliği artırdığını düşünüyorum. Öğrencileri mühendisliğe yönlendirme açısından büyük katkı sağlar. Herkesin mühendisliği ilgisi olmayabilir ama geliştirebilir diye düşünüyorum. Arduino Uno R3 öğrencilerin üretkenliklerine katkı sağlar.

T_5: Öğrenciyi küçük yaşta başarı ile karşılaştırsak sürekli hale gelecektir. Bir şeyler üretmeye çalışacaktır.

T_1: Bu eğitimle üretken birey olmalarını sağlarız. [GG_T]

Mesela hocam projeler yapıyor ya TÜBİTAK için falan, benim kardeşim zamanında bu teknoloji ile çok içli dışlı değillerdi. Çocuklar oradan gelmediği için mesela fen lisesinde olmalarına rağmen, çok üst derecede gelmelerine rağmen okul müdürleri proje yapın dediklerinde hepsi çok monotonlar. Hayal güçleri kısıtlanmış, hepsi böyle okul müdürü laf yapmasın diye bir şeyler karalayıp, fikirler sunup vermişler. Oysa hani bu şekilde ortaokulda, bunun ile temel atılsaydı, hepsi buna istekli olur ve gelecekte gerçekten işimize yarayacak şeyleri hayal edip gerçekleştirebilirlerdi. Yani hani ben kardeşime bile baktığımda bazen üzülüyorum. Niye geçiştirdin, keşke yapsaydın bir şeyler, düşünseydin vs. Hemen şey deniliyor, of abla sınavlara çalışıyorum falan. Aslında sınavların yanında bunun daha önemli olduğunu, çünkü geleceğimiz etkileniyor. Herkes meslek sahibi olmak zorunda değil ama herkes toplum ile ilgili, topluma bir şey katmak zorunda. O yüzden çocuklara üretkenlik de kazandırabilmek için Arduino Uno R3 çok mantıklı. [GG_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin kalıcı öğrenmelerini sağladığını düşünmektedirler. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimle öğrencilere projeler yaptırarak kalıcı öğrenmelerini sağlayacağını söylemiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı soyut kavramları somut hale getirip öğrencilerin kalıcı öğrenmelerini sağlayacağını söylemiştir. Josephine Cochrane grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğrenciler yaparak yaşayarak öğreneceklerinden kalıcı öğrenme sağlanmış olacağını düşünmektedir. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi sağlamak için kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Biz de bu eğitimde proje tabanlı eğitimden yararlandık. Aynı zamanda projeler yaptık. Bunları çocuklara aynı şekilde uygulattırabilirsek daha iyi öğrenmelerini ve kalıcı öğrenmelerini sağlayabiliriz. [GG_K1_2]

Dersi daha zevkli hale getirecek konulara daha hâkim olacaklar, birçok şeyi soyut kavramları somutlaştırarak kalıcı öğrenmeyi sağlayacak. [GG_T_6]

Kalıcı öğrenmeleri gerçekleştirmek adına bu eğitimi kullanmak önemlidir. [TE_T_2]

Öğrenciler yaparak yaşayarak ilkesini uyguladıklarından dolayı daha etkin ve kalıcı öğrenme gerçekleşir. [YG_JC_2]

Öğrencilerin yaparak- yaşayarak öğrenmelerini sağlar. Bu da daha kalıcı bir öğrenme sağlar. [TE_EC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin fen dersini günlük yaşamla ilişkilendirebilmesini sağladığından bahsetmişlerdir. Marie Curie grubundan, Kepler 2 grubundan, El-Cezeri grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin dersi günlük yaşamla ilişkilendirmeleri için uygulamak istediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

Günlük hayatla alakalı zaten fen dediğimiz şey. Kurallarını anlatıyoruz biz orada da günlük hayata bu kuralları nasıl entegre edebileceğini öğretiyoruz. Nerede kullanırsınız diye gösteriyoruz çocuklara. O yüzden Arduino Uno R3'ün tam uygun olduğunu düşünüyorum. [GG_MC_1]

Derste öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirebilirler. [TE_K2_2]

Öğrenciler yeni buluşlar yapabilir ve bunları günlük hayatımıza nasıl uyarlayabileceğimizi öğrenirler. [YG_EC_3]

Öğrencilerin gündelik yaşamla ilişki kurmalarını sağlayacaktır bu yüzden uygulamayı düşünüyorum. [TE_K1_3]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin fen dersinin diğer disiplinlerle bağlantılı olduğunu anlamasını sağladığından bahsetmiştir. Öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin fen dersini diğer disiplinlerle bağlantısını kurması için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle belirtmiştir:

Bir dersin sadece kendini kapsamadığını her dersin birbiriyle bağlantılı ve içiçe olduğunu kavrar. [YG_JC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrendiklerini düşünmektedirler. Tesla grubundan bir öğretmen adayı eğitimin uygulamalı olmasından dolayı öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme sağladığını söylemiştir. Kepler 1 grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin öğrenci merkezli olduğunu ve kendilerinin yaparak yaşayarak öğrendiğini düşünmektedir. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağladığı için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adaylarının düşünceleri aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlar. [TE_EC_2]

Dersin uygulamalı olması onların yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlar. [YG_T_1]

Ben şunu gözlemledim bu sene staj yaparken de hani. Çocuklar oturmaktan sıkılıyorlar. Geleneksel yöntemle ders anlatan fen dersi açısından çok zevk almıyor derste. Laboratuvara filan inmek istiyorlar. Ben bunu da gözlemledim ama öğretmenler indirmiyor. En azından benim kendi öğretmenim indirmemişti. Burada yaparak yaşayarak öğrenme var. Sınıfta da olsa laboratuvar da olsa bir şeyleri onlar yapıyorlar. Kuru kuruya sadece sunuş öğretmeni dinleyip de öğretmen merkezli bir anlatımdan yararlanmıyorlar. Öğrenci merkezli. Bazen kendileri yapıyorlar. Bazen yapamıyorlar zorlanıyor. Tekrar açıp bakıyorlar, söküyorlar, bozuyorlar falan. Öyle olunca onlar yapıyor. Ben bunun fen de daha iyi olduğunu düşünüyorum. [GG_K1_2]

Çocuklara direk bilgiyi biz veriyoruz, onlar alıyor, sınavda uyguluyor değil de artık bilgi veriliyor, çocuk bunu günlük hayata entegre ediyor ve çözüm üretiyor, yaparak yaşayarak öğreniyor. Bilimsel düşünebiliyor bu şekilde. [GG_K2_2]

Kepler 1 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin zamanını etkin bir şekilde planlamalarını sağlayacağını düşünmektedirler. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerin zaman yönetimini yapabilmeleri için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şu sözleriyle ifade etmişlerdir:

Zaman yönetimi konusunda gelişirler öğrenciler. [GG_K1_2]

Öğrencilere zaman yönetimi kazandırabiliriz Hocam. Çünkü buna göre biz ne zaman kalacağımızı da planladık, ona göre başka işler de ayarladık. [GG_SJ_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ortaokulda öğrencilerin meslek seçimlerinin başladığını söylemektedir. Marie Curie grubundan iki öğretmen adayı ve Tesla grubundan bir öğretmen

adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin mühendislik mesleği ile ilgili bilinçlendirilebileceğini düşünmektedirler. Öğretmen adayları eğitimi öğrencilerde kariyer bilinci oluşturma amaçlı kullanacaklarını söylemektedirler. Öğretmen adaylarının düşünceleri şöyledir:

Öğrencileri mühendisliğe yönlendirme açısından büyük katkı sağlar. Herkesin mühendisliğe ilgisi olmayabilir ama geliştirebilir diye düşünüyorum. Arduino Uno R3 öğrencilerin üretkenliklerine katkı sağlar, mühendisliği tercih etmelerine katkı sağlar. Bizim ortaokul olduğu için mesleki anlamda düşünmeye başladıkları bir dönem. Mühendislik anlamında yapabilirim ben bunu deyip oraya yönlenebilir ya da öğrendik ama yapamayabilirim diye düşünür. Bunlar için bir öncülük etmiş oluruz. [GG_T_3]

Öğrenciler bu süreç sonunda mutlu olup kendilerini üretken hissedeceklerdir ve bu da kesinlikle seçecekleri meslekleri etkileyecektir. [YG_T_3]

MC_2: Toplumumuzda şöyle bir şey var zaten çocuk okula başlıyor ben mühendis olmak istiyorum en basit örneği ama çocuk bunu bilmiyor daha öncesinde ben bunu yapabilir miyim bu şekilde ne yapabilir ne yapamaz ya da ben yaratıcı düşünebiliyor muyum problemlere karşı nasıl yaklaşıyorum ya da bunu uygulayabiliyor muyum bir bilgisi olmadan bunu uygulama fırsatı olmadan meslek seçimi yapmış oluyor. Bu hem çocuğun kendini tartması için de hani ben bunları yapmak istiyor muyum, bu tarz şeylere hazır mıyım, ya da bunu isteyen bir öğrenci için de ben kendimi geliştirdim ya da en azından bunları yapabiliyorum diye görmesinin daha avantajlı olduğunu düşünüyorum.

MC_2: Gelecekte yapmak istediği meslek ile alakalı da kendince bir çıkarım da bulunabilir. Mesela bir projeyi yaparken bazı çocuklar zevk alabilir ama bazıları zorlanabilir o kişi mesela hayatında ben sürekli bu şekilde bir meslek yapmak istemiyorum, ya da tasarlama sürecinde yaratıcı olmayabilir biz bunu geliştirsin diye yapıyoruz ama belki de tercih etmek istediği bu değildir başka seçenekler arıyordur kendisine o yüzden bu şekilde de geleceği hakkında da bir seçim yapabilir.

MC_1: Mühendislik bölümünü seçenler aslında ilgiden dolayı değil paradan statüden dolayı seçmişler. Bunlar küçük yaştan itibaren tespit edilemediği için gerçekten mühendislikle ilgisi olan yeteneği olan çocukların yönlendirilmesi için STEM eğitimi çok önemli diyorlar. Yoksa herkes mühendislik seçiyor ama mühendis kafası yok aslında.

MC_1: Aynı şekilde mühendisliğe ilgisi yeteneği olan çocuklar da fark edemediklerinden ya da o şekilde yönlendirilemediklerinde o ilgi de aşağı çekilip normal seviyelerde olabiliyor. Mühendis olabilir belki ama aşağı düzeyde bir mühendis olur. Eğer bizi yönlendirirsek erken tespitini yapabilirsek ileri düzey bir mühendis olabilir. Türkiye'nin bunlara çok ihtiyacı var. [GG_MC]

Kepler 2 grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenciler grup şeklinde çalıştıkları için gruba karşı sorumlulukları olduğunu düşünmektedirler. Bu yüzden öğrencilerin sorumluluk bilincinin arttığını söylemişlerdir. Kepler 2 grubundan, Kepler 1 grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı eğitimi öğrencilerin sorumluluk bilincini artırdığı için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Arduino Uno R3 ile desteklenmiş STEM eğitimi dersinde yapılan etkinliklerle öğrencilerin işbirlikli öğrenme sayesinde birbirleri ile fikir alışverişi, görev paylaşımı gibi olaylar sonucunda öğrencide sorumluluk duygusu gelişir. [YG_K2_1]

Sorumluluk bilinçleri de artabilir bence. Bu o açıdan da faydalı olabilir diye düşünüyorum. [GG_K1_3]

Bireysel çalıştırmayı da gerektiriyor sonuçta sorumluluk almaları gerekiyor onların. Yani bireysel olarak da grup içerisinde başarılı olması gerekiyor. [GG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığını düşünmektedirler. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğrencinin eğitimde uygulama yaptığı için aktif olduğunu söylemiştir. FBÖA'lar eğitimi öğrencilerin derste aktif kılmak istedikleri için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde açıklamıştır:

ER-STEM eğitimi ile ders işlendiğinde öğrenciler daha aktif oluyor. Daha çok alana dikkat etmeleri gerekiyor ve çok yönlü düşüncelerini sağlıyor. Bu da öğrencinin derse katılımının mutlaka olmasını sağlıyor. [YG_JC_3]

Bir öğretmen olarak özellikle bugün kullandığımız devre öğrencilerin derse aktif katılımlarının sağlar. Derse katılım için iyi bir uygulama. [YG_JC_3]

Çocuklara fen bilgisi dersinde mesela deney yaptırarak çocukları dersin içine katabiliyoruz. Ama bu ne kadar oluyor? Öğretmenlerin laboratuvarları kullanmasını düşünürsek dönemde bir iki kere oluyor. Fakat bu uygulama ile öğrenciler hep aktif oluyor, öğretmenlerden sadece oturup bir şeyleri almak yerine, kendileri de uygulamanın içinde oluyor. Biz de bu eğitimde çok aktiftik. En büyük katkısı bu da olabilir. [GG_JC_3]

Öğrencinin derse aktif katılımını sağlıyor. [YG_T_5]

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme sebebi öğrencilere katkı sağlamasının yanı sıra eğitimin öğrenci merkezli olması, farklı zekâ türlerine hitap etmesi, fen-çevre konularına uygun olması, çok disiplinli olması, teknolojiyi takip etmeyi sağlaması, yenilikçi bir öğretim olması ve tasarım yaptırmayı sağlamasıdır.

Kepler 1 grubundan iki öğretmen adayı ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrenci merkezli olduğu için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları öğrencilerin eğitim sürecinde etkin olduğunu söylemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Benim kullanma amacım şu normalde fen bilgisi anlatırken genellikle öğretmen anlatıyor. Ama bu Arduino Uno R3 de daha çok öğrenci merkezli. Öğrenci bunu istediği yere götürebiliyor. İstediklerini takar, istediklerini yapar yani öğretmenden bağımsız. Ya bireysel çalışabilir ya da grupça çalışabilir. Bu imkân var. Orada odak öğrenci istediğini yapabilir. [GG_K1_1]

Bu eğitim sayesinde öğrenciler kendileri yaparak yaşayarak daha çabuk ve etkili öğrenirler. [TE_K1_2]

Öğrencilerin sürece katılmasını sağlar. [TE_JC_3]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin farklı zekâ türlerini desteklediğinden bahsetmiştir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ise eğitimin kinestetik zekaya sahip öğrenciler için faydalı olacağını düşünmektedir. Öğretmen adayları eğitimi farklı zekâ türlerine hitap ettiği için uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle belirtmiştir:

Birçok zekâ türüne hitap ediyor. [TE_SJ_5]

Özellikle kinestetik zekaya sahip olan öğrencilerin öğrenmelerinde çok etkili ve çok faydalı bir yöntem olacaktır. [YG_K1_3]

Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı ve Marie Curie grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde bazı fen ve çevre konularının işlenmesi için uygun olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adayları eğitimi fen ve çevre konularını işlemeye uygun olmasından dolayı uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları fikirlerini şu şekilde açıklamışlardır:

JC_4: Fen'in içerisinde hani elektrik konuları var ya, daha çok oraya yönelik Arduino Uno R3 kullanabilir. Çünkü devre kurulumu, direnç falan olduğu için benim aklıma direkt elektrik konuları geldi. JC_1: Çevreyle de çok ilişkili olduğu için bir takım çözüm önerileri falan bulmak, onun için de kullanılmalı. Çevreyle, doğal günlük yaşamla iç içe olmuş olacak. Çözümleri de ona göre üretmiş olacak öğrenci. [GG_JC]

MC_1: Fen bilgisi öğrencilerin ya da okulda söylenenin tersine günlük hayatta özleştirilebilen çok bağlantılı olan bir ders ki fen bilimleri fizik kimya biyoloji ve matematiği de kapsayan bir ders. Aslında baktığımız zaman çocuğa sözel olarak anlatılacak bir ders değil. Burada çocuğun çevreye bakış açısını değiştirmeye anlamaya bilimsel olarak yaklaştırmaya çalışıyorsun. O yüzden fen de birçok konu var aslında doğal afetler olsun çocuklara anlattığımız olsun insan vücudu bile olabilir.

MC_3: Fotosentez olabilir en basitinden serayı geliştirilebilir.

MC_2: Birçok şey yapılabilir ve fen için çok açık olduğunu düşünüyorum en kapsamlı ve bilimsel bir şey bu zaten Mühendislik olsun teknoloji olsun vs. bunların hepsini kapsıyor fen zaten. Eski adıyla fen ve teknoloji diye geçiyor zaten. [GG_MC]

Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin çok disiplinli olmasının ve disiplinlerarasında ilişki kurulabilmesinin avantajlı olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adayları eğitimi çok disiplinli olmasından dolayı uygulamak istemektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Disiplinlerarası bağlantı kurmaya yardımcı olur. [TE_JC_4]

Hem içinde STEM'i barındırıyor, hani o her şeyiyle teknoloji destekli olması olsun. Bir de birçok alana hitap ediyor. Mesela biz grup paylaşımı yaptık, tasarımı seven bir öğrenci tasarım yapıyor. Teknolojiye ilgi duyan bir öğrenci teknolojiyle ilgileniyor. Atıyorum sözel iletişimi güçlü olan bir öğrenci çıkıp bunu sunuyor. Bundan dolayı uygulamayı tercih ederim. [GG_SJ_5]

Birçok disiplini içermesi açısından avantajlı. [TE_SJ_2]

Josephine Cochrane grubundan, Tesla grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı çağın gerekliliklerine uyum sağlayabilmek için gelişen teknolojiyi takip etmeleri gerektiğini söylemektedirler. Öğretmen adayları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde çağımız teknolojisi Arduino Uno R3'ü kullanmaktadırlar. Öğretmen adayları eğitimi gelişen teknolojiyi takip etmek için uygulayacaklarını açıklamışlardır. Öğretmen adaylarının eğitimi uygulama nedenleri şöyledir:

Öğretimi ciddi anlamda değiştirebilmek için, öğretime bir yenilik getirebilmek teknolojiyle alakalı bir şey. Çünkü teknolojiye ayak uydurmak zorundayız. Yani biz teknolojiden geri kalalım, biz bu şekilde ders anlatmaya devam edelim, mümkün değil böyle bir düşünce. O yüzden biz bilim adamı yetiştirmek istiyorsak, hani fen bilimi zaten, yani bilime en çok katkısı olan teknoloji şu anda teknolojiyi takip etmeliyiz. Bu yüzden tercih ederim. [GG_JC_2]

Fen bilimleri kazanımları tek anlamda yeterli değildir. Günümüzde teknoloji kaçınılmaz bir şekilde hayatımızın içinde olduğu için ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamak isterim. [TE_JC_2]

Şimdiki çocuklar teknolojinin içine doğmuştur. Bu yüzden onları teknoloji içeren etkinliklerde aktif kılmak çok önemlidir. Birçok yeterliliği hedef alan ER uygulamalarına dayalı STEM'in uygulanması, öğrenciye bu yeterliklerin kazandırılması gerekmektedir. [TE_T_4]

Artık gelişen teknoloji çağının uyum sağlamanız gerekir. Zaman, para ve güçten tasarruf yapılması gerektiğini düşünüyorum. [TE_K1_1]

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin yenilikçi bir eğitim uygulaması olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayı eğitimi yenilikçi bir eğitim uygulaması olduğu için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde ifade etmiştir:

Avantajı yenilikçi bir öğretim ortamı sunmasıdır. [TE_SJ_4]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilere tasarım yaptırmaya olanağı sunduğunu belirtmiştir. Öğretmen adayı eğitimi tasarım yapmaya fırsat sunduğu için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde belirtmiştir:

Öğrencileri tasarım yapmaya sevk ettiği için uygulamak istiyorum. [TE_K1_3]

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamak isteme sebepleri olan öğrencilere katkı sağlamasından, eğitimin öğrenci merkezli olmasından, farklı zekâ türlerine hitap etmesinden, fen-çevre konularına uygun olmasından, çok disiplinli olmasından, teknolojiyi takip etmeyi sağlamasından, yenilikçi bir öğretim olmasından ve tasarım yaptırmayı sağlamasından bahsedilmiştir. Bu sebeplerin yanı sıra FBÖA'lar bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi, bilim insanı yetiştirmeyi, dersi verimli hale getirmeyi, özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı, sosyal sorumluluk projesi üretmeyi, sorgulayıcı birey yetiştirmeyi ve kavram yanlışlarını gidermeyi hedeflediği için uygulamak istemektedirler.

Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile bilim okuryazarı bireyler yetişeceğini düşünmektedir. Öğretmen adayı eğitimi bilim okuryazarı öğrenciler yetiştirmek istediği için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayının görüşü şu şekildedir:

Bilim okuryazarlık oranının artacağını düşünüyorum. Derslerimde de bu amaçla kullanırım. [YG_SJ_5]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi bilim insanı yetiştirmeyi hedeflediği için uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı görüşünü şu şekilde açıklamıştır:

Bir bilim insanı yetiştirmek amacıyla ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamak isterim. [TE_JC_2]

Steve Job grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimindeki etkinliklerle dersi etkin bir şekilde geçirebileceğini düşünmektedir. Steve Job grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı eğitimi dersi verimli geçirmek için uygulayacaklarından bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

LDR'nin de kullanıldığı ne tür güncel robotik projeler mevcut bunları merak ediyorum. Bu tür bir uygulamayı öğretmen olarak STEM etkinliklerinde kullanmayı düşünüyorum hem düşündürücüler hem de ders zamanını verimli geçirme açısından bu etkinlikler oldukça önemli. [YG_SJ_2]

Dersi daha verimli işlemek için uygulardım. [TE_JC_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrendikleri mesafe sensörünü kullanarak özel eğitim gereksinimi duyan öğrencilerine kolaylık sağlamak istemektedir. Öğretmen adayı bu yüzden bu eğitimi uygulamak istemektedir. Öğretmen adayı düşüncesini şöyle ifade etmiştir:

Öğretmen olduğumda dersine girdiğim sınıflarda mesafe sensörünü özel eğitimli öğrencilerime okul ve okul araç gereçlerini kullanımlarında kolaylık sağlamak için kullanmak isterim. [YG_T_6]

Kepler 1 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile engelli, yaşlı veya diğer vatandaşlar için faydalı olabilecek projeler üretebileceklerini düşünmektedirler. Öğretmen adayları yardıma ihtiyaç duyan bireyler için sosyal sorumluluk projesi üretebilmek adına bu eğitimi uygulamak istemektedirler. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Bir de kullanılmasının sebebi şu bence: mesela ben bir proje ürettim. Projenin aslında diğer insanlara faydalı olabileceği fikri mesela bunu ben yaptım. Bu benim yaptığım şey hakkında diğer insanlar faydalanacak, onlara artı bir katkı olacak. Hani onların hayatını kolaylaştıracağım. Zorluklarını tamamen yok edemesem de çoğunu benim sayemde aşacaklar duygusu faydalı olma duygusu bence çok çok önemli bir şey. Onun için kullanılması gerekir. [GG_K1_1]

Ben sosyal sorumluluk projesi olarak bir şeyler düşündüm. Ben bu işi yaparsam hani kendimizden öte mesela ülkemizde çok engelli insanlar var bakım evlerinde olan yaşlılarımız var. Bunlarla ilgili Arduino Uno R3'e entegre ederek bir şey yapabilir miyim onu düşünüyorum ben. O yüzden kullanırdım. [GG_SJ_4]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin yaşamında olup bitenleri sorgulayabileceğini düşünmektedir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı, Tesla grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimle araştırmacı ve sorgulayıcı bireyler yetiştirileceğini söylemiştir. Öğretmen adayları eğitimi araştıran ve sorgulayan öğrenciler yetiştirmek için uygulamak istediklerinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Etrafını sorguluyor. Mesela ben öğretmen olarak çocuklara bir sorun bulmalarını söyledim. O çocuk okuldan çıktıktan sonra bir çevresini sorgular. Acaba çevremde nasıl sorunlar var? Ben bunları fen bilgisi adı altında nasıl toplayım? Nasıl entegre ederim? Diye düşünebilir. Sorgulayabilir çevresini bu ders sayesinde diye düşünüyorum. [GG_K1_3]

Araştırmacı, sorgulayıcı bireyler yetişir. [TE_SJ_5] [TE_T_6] [TE_MC_3] [TE_SJ_1]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kavram yanlışlarını gidermek için proje yaptıracağını söylemiştir. Öğretmen adayı eğitimi kavram yanlışlarını gidermek için uygulamak istediğini belirtmiştir. Öğretmen adayının görüşü şöyledir:

Kavram yanlışlarına da engel olabilir. Hangi kavram yanlışları olabilir, bunlara nasıl engel olurum, projeyi bunlara göre yaptırmaya çalışırım. [GG_EC_2]

4.2.1.2.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlamaya Yönelik Öneriler Hakkındaki Görüşler

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlere eğitim sürecini planlamaya yönelik önerileri ile ilgili görüşleri öğrenen özelliklerini dikkate alma, öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini dikkate alma, öğretim programını dikkate alma ve ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler şeklinde sınıflandırılmıştır. Eğitim sürecini planlamaya yönelik öneriler Tablo 4.37'de sunulmuştur.

Tablo 4.37

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlamaya Yönelik Öneriler Hakkındaki Görüşler

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlamaya yönelik öneriler hakkındaki görüşler	ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğrenen özelliklerini dikkate alma hakkındaki görüşler	Bireysel farklılıkları dikkate alma hakkındaki görüşler
		Becerileri dikkate alma hakkındaki görüşler
		Duyuşsal özellikleri dikkate alma hakkındaki görüşler
		Hazırbulunuşluk düzeyini dikkate alma hakkındaki görüşler
		Sınıf düzeyini dikkate alma hakkındaki görüşler
		Önbilgiyi dikkate alma hakkındaki görüşler
		Kavram yanlışlarını dikkate alma hakkındaki görüşler
		Öğrenci ihtiyaçlarını dikkate alma hakkındaki görüşler
		Öğrenme zorluklarını dikkate alma hakkındaki görüşler
		Öğrenme stillerini dikkate alma hakkındaki görüşler
		Sosyo-ekonomik düzeyi dikkate alma hakkındaki görüşler
		Yeteneği dikkate alma hakkındaki görüşler

Tablo 4.37 (devam)

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlamaya Yönelik Öneriler Hakkındaki Görüşler

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini dikkate alma hakkındaki görüşler	Öğretim strateji, yöntem ve teknik kullanımı hakkındaki görüşler
	Öğrenme ortamı hazırlama hakkındaki görüşler
	Zamanı planlama hakkındaki görüşler
	Öğrencinin rolü hakkındaki görüşler
	Öğretmenin rolü hakkındaki görüşler
	Öğretmen öğrenci etkileşimi hakkındaki görüşler
	Malzeme temini hakkındaki görüşler
	Grup oluşturma hakkındaki görüşler
	Güvenlik önlemleri belirleme hakkındaki görüşler
	Etik ilkeleri belirleme hakkındaki görüşler
	Karşılaşılabilecekleri problemlere karşı tedbir alma hakkındaki görüşler
	Karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm üretebilme hakkındaki görüşler
	Etkinlik geliştirme hakkındaki görüşler
	Sınıf yönetimini sağlama hakkındaki görüşler
	Günlük hayatla ilişkilendirme hakkındaki görüşler
	Problem durumu oluşturma hakkındaki görüşler
	Soyut kavramları somut hale getirme hakkındaki görüşler
	Aktif katılımı sağlama hakkındaki görüşler
	Zamanı planlama hakkındaki görüşler
	Eğitsel robotik kullanımı hakkındaki görüşler
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğretim programını dikkate alma hakkındaki görüşler	Okulun fiziksel imkanları hakkındaki görüşler
	21.yy. becerilerini dikkate alma hakkındaki görüşler
	Eğitimin öğretim programındaki yeri hakkındaki görüşler
	Kazanımları dikkate alma hakkındaki görüşler
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlamada ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler	Öğrenci merkezli plan hazırlama hakkındaki görüşler
	Ölçme ve değerlendirme araçları hakkındaki görüşler
	Özetleyici-sonuç odaklı-düzey belirleyici (summative) ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler
	Biçimlendirici-süreç odaklı (formative) ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler
	Hem özetleyici hem de biçimlendirici ölçme ve değerlendirme yapma hakkındaki görüşler
	Dönüt verme hakkındaki görüşler
	Hem bireysel hem de grup değerlendirmesi yapma hakkındaki görüşler

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde dönüşümcü teknolojik pedagojik alan bilgisi yaklaşımı benimsenmiştir. Öğretmen adayları TPAB entegrasyonun nasıl yapıldığına dair örnek dersler gözlemlene fırsatı bulmuşlardır. El-Cezeri grubundan üç öğretmen adayı öğretmenlere Fen dersini Arduino Uno R3'ü kullanarak uygun öğretim yöntemleri ile fen dersi kazanımlarına uygun nasıl öğreteceğini bilmeleri gerektiğini söylemişlerdir. Diğer bir

deyişle öğretmen adayları öğretmenlerin TPAB entegrasyonu yapabilmeleri gerektiğini vurgulamışlardır. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Teknolojik pedagojik alan bilgisine uygun bir öğretim programı planlamalıdır. [TE_EC_2]

Teknolojiyi eğitime nasıl entegre edeceğini iyi planlamalı. [TE_EC_5]

Hangi konuya ve kazanımı uygun teknolojiyi (Arduino Uno R3'ü) nasıl kullanacağına karar vermeli. Teknolojiyi doğru kullanmalı, bu konuda yeterli bilgiye sahip olmalı, öğretim programı kazanımlarına uygun bir şekilde bunu entegre etmelidir. [TE_EC_4]

4.2.1.2.4.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğrenen Özelliklerini Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler

Öğrenen özellikleri alt kategorisi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde öğrencilerin öğrenmeleri için gerekli ön bilgileri, öğrenme zorluklarını, kavram yanlışlarını ve öğrenme ihtiyaçlarını içermektedir. Öğrencilerin belirli bir fen konusunu anlayarak öğrenmeleri, motivasyonları, ilgileri, gelişimsel farklılıklarını içermektedir. Bunun yanı sıra öğrencilerin eğitsel robotik araçlarının çalışma prensiplerine ilişkin ön bilgileri ve becerilerini içermektedir.

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlere öğretim sürecini planlarken “Öğrencinin öğrenme özelliklerini dikkate almalı” önerisini vermiştir. Öğrenen özellikleri bireysel farklılıklar, beceri, duyuşsal özellikler, hazırbulunuşluk düzeyi, sınıf düzeyi, ön bilgi, kavram yanlışlığı, öğrenci ihtiyaçları, öğrenme zorlukları, öğrenme stilleri, sosyo-ekonomik düzey ve yetenek şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin bireysel farklılıklarına dikkat etmesi gerektiğine değinmişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulmasıyla ilgili görüşleri şu şekildedir:

Her öğrencinin kendine ait bireysel farklılıkları bulunmaktadır. Bu farklılıklara yönelik öğrencilerin özelliklerini dikkate almalıdır. Her öğrenciye hitap edebilecek öğretim tekniği kullanılmalıdır. [TE_EC_1]

Bireysel farklılıkları ders işleme esnasında ve verilen etkinlik görevlerinde dikkate almalıdır. [TE_K1_3]

El-Cezeri grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini dikkate alması gerektiğini söylemişlerdir.

Öğretmen adaylarının becerilerin dikkate alınması gerektiği ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini dikkate almalıdır. [TE_EC_1]

Gerekli bazı durumlarda ise psikomotor davranışları dikkate almalı. [TE_T_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin ilgileri, tutumları, dikkatleri ve motivasyonları gibi duyuşsal özelliklerine dikkat etmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin derse olan ilgisini göz önünde bulundurması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Josephine cochrane grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin teknolojiye olan ilgisini düşünmesi gerektiğini söylemişlerdir. Tesla grubundan ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin derse karşı tutumlarına dikkat etmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin dikkatini çekmesi gerektiğine değinmişlerdir. Son olarak, Josephine Cochrane grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin motivasyonlarını sağlamayı düşünmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının duyuşsal özellikleri dikkate alma ile ilgili önerileri şu şekildedir:

Derse olan ilgiyi dikkate almalı. [TE_JC_3]

Konunun ilgi çekiciliğine dikkat etmeli. [TE_MC_1]

Teknolojiyi kullanmayı sevmeyen öğrenciler olursa onlara daha açıklayıcı bir tavır sergilenebilir. [TE_JC_3]

Teknoloji ile alakası olmayan öğrenciler için daha açık anlaşılır şekilde yol gösterilmelidir. [TE_K2_1]

Öğrencilerin derse karşı ilgi ve tutumlarını dikkate almalıdır. [TE_T_2]

Derse karşı tutumlarını bilmesi gerek. Ona göre plan yapması gerekir. [TE_EC_5]

Hani girişi direk şu şekilde değil de işte şöyle bir sorunuz var hadi proje yapalım gibi değil, çok ilgi çekici, işte günlük hayattan bir haberi getirebilir, bakın böyle böyle oldu. İşte çocuğun dikkatini çekmesi gerekir. [GG_K2_2]

İlk olarak öğrencinin dikkatini çekmeye özen göstermelidir. [TE_T_5]

Arduino Uno R3 destekli STEM dersinde öğretmenin derse giriş bölümünde dikkat etmesi gereken unsurlar: Öncelikle öğretmenin çok ilginç bir şekilde giriş yapması gerekir ve öğrencilerin bu alana karşı motivasyonlarını yüksek tutması gerekir. Eğer öğretmen gereken ilgiyi konuya çekebilirse çoğu şeye baştan ulaşmış olur. [YG_JC_2]

Bir de hep seçtiği konularda öğrencinin ilgisini çekebilecek konulara yönelirse en azından ilk başlarda. Öğrenci bu dersi biraz daha sever, biraz daha motive olur. [GG_K1_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin hazırbulunuşluğunu göz önünde bulundurmalarını

önermişlerdir. Kepler 1 grubundan iki öğretmen adayının hazırbulunuşluğu dikkate alma ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Öğrencilerin hazırbulunuşluklarına da bakması lazım. Ne biliyorlar ne bilmiyorlar önden bakması lazım. Hani bir şeyler biliyorlarsa ona göre inşa etmesi lazım. Bilmiyorlarsa sıfırdan başlayıp onları kontrol etmesi lazım hazırbulunuşluluğu bence. [GG_K1]

Öğrencilerinin hazırbulunuşluklarını dikkate almalıdır. [TE_K1_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin sınıf düzeyini göz önünde bulundurması gerektiğini belirtmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ve Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayını sınıf düzeyinin dikkate alınması gerektiği ile ilgili görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Süreci öğrencilerin düzeyine uygun olarak planlamalı. [TE_JC_4]

Öğrencinin düzey ve yaşına uygun olmalı. [TE_SJ_4]

Öğrencilerin seviyesine uygun projeleri bulmalı. [YG_SJ_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde hem fen dersi hem de eğitsel robotik ile ilgili önbilgilerini dikkate almaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayını öğretmenlerin öğrencilerin fen konuları hakkındaki önbilgilerini düşünmelerini önermişlerdir. Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayını ise öğretmenlerin öğrencilerin teknoloji ile ilgili önbilgilerini göz önünde bulundurmasını önermişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle betimlemişlerdir:

Önbilgilerinin bu proje için yeterli olup olmadığı da göz önünde bulundurulması gerekiyor. Eğer yeterli bir bilgileri yoksa bunu uygulayamazlar. [GG_K2_1]

Öğrencilerin önbilgilerini test etmeli. [TE_SJ_4]

Ön koşul bilgilerini dikkate almalıdır. Öğrencilerin eğitsel robotik teknolojik bilgilerinin de düzeyi önemli. [TE_T_3]

Öğrencilerin eğitsel robotik ile ilgili önbilgilerini kontrol etmeli ve buna uygun bilgilendirmeler yapmalıdır. [TE_JC_4]

Öğrencilerin eğitsel robotiği kullanım düzeylerine dikkat etmeli. [TE_SJ_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde hem konu ile ilgili kavram yanlışlığı varsa dikkate almaları hem de öğrencilerde oluşabilecek kavram yanlışlıklarına karşı dikkat etmeleri gerektiğine değinmişlerdir. Kepler 2 grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayını kavram yanlışlıklarına değinilmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayını ise kavram yanlışlığı oluşturabilecek durumlardan kaçınmaları gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde paylaşmıştır:

Konu ile ilgili kavram yanlışları varsa bunlara dikkat edilmeli. [TE_K2_1]

Kavram yanlışları çok iyi vurgulanmalıdır. [TE_SJ_3]

Öğrencide kavram yanlışlığı yapabilecek durumlar olmamasına dikkat edilmeli. [TE_EC_2]

Kavram yanlışlarına zemin hazırlayacak uygulamalardan kaçınmalı. [TE_T_6]

Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin eğitsel robotiği kullanımıyla ilgili ihtiyaçlarını göz önünde bulundurması gerektiğini söylemiştir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin gereksinimlerini dikkate almasını önermişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerinden şu şekilde bahsetmiştir:

Öğrencilerin çok rahat bir şekilde eğitsel robotiği kullanabilmeleri için ihtiyaçlarına yönelik önceden eğitim verilmesi gerekir. [TE_K1_1]

Öğrenci gereksinimlerini ön planda tutmalıdır. [TE_SJ_2]

Öğrencinin ihtiyaçlarına dikkat etmeli. [TE_MC_1] [TE_SJ_6]

Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin yaşayabilecekleri öğrenme zorluklarını göz önünde bulundurması gerektiğini söylemiştir. Öğretmen adayı görüşünü şöyle açıklamıştır:

Nasıl zorluklar yaşadıklarına dikkat etmeli. [TE_JC_1]

Kepler 1 grubundan ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin öğrenme stillerini düşünmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Öğrencilerinin öğrenme stillerini dikkate almalıdır. [TE_K1_2]

Öğrenciler farklı şekillerde öğrenebilirler. Her öğrenciye yönelik olmalıdır. [TE_MC_2]

Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin maddi anlamda zorluk yaşamayacakları uygulamalar yaptırması gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde açıklamışlardır:

Öğrencilerin bireysel, sosyoekonomik ve kültürel özelliklerini dikkate almalı. Gelir düzeyi düşük olan öğrencilere maddi zorluk çıkaracak şeyler yapılmamalı. [TE_MC_1]

Kullanılan uygulamalar da öğrencinin de katılabileceği ve onu zorlamayacak ve maddi yönden de sıkıntı olmayacak yöntemler olmalıdır. [TE_JC_4]

Steve Jobs grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin

yeteneklerinin göz önünde bulundurulması gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının ders planlama sürecinde yeteneğin dikkate alınması ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Yeteneklerini dikkate almalı. [TE_SJ_6]

Öğrencilerin yetenek ve yeterlikleri nedir bunları düşünmeli. [TE_T_6]

4.2.1.2.4.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğretim Strateji, Yöntem ve Tekniklerini Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler

Öğretim strateji, yöntem ve teknikleri dikkate alma alt kategorisi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde kullanılacak öğretim strateji, yöntem ve teknik bilgisini içermektedir. Ayrıca, fen konularının eğitsel robotik aracı olan Arduino Uno R3 kullanılarak öğretimi sürecinde öğrenme ortamı hazırlama, öğrencinin süreçteki rolü, öğretmenin süreçteki rolü, öğretmen öğrenci etkileşimi, malzeme temini, grup oluşturma, güvenlik önlemleri belirleme, etik ilkeleri belirleme, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı tedbir alma, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı çözüm üretebilme, etkinlik geliştirme, sınıf yönetimini sağlama, günlük hayatla ilişkilendirme, problem durumu oluşturma, soyut kavramları somut hale getirme, aktif katılımı sağlama, zamanı planlama, eğitsel robotik kullanımı ve okulun fiziksel imkanları ile ilgili önerileri içermektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, 5E öğrenme döngüsü ve buluş yoluyla öğrenme yöntemleri ile STEM yaklaşımını ve mühendislik tasarım sürecini kullanmalarını önermektedirler. Öğretmen adayları öğrencilerin süreçte aktif olduğu öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin kullanılmasını önermektedirler. Öğretmen adayları öğretim strateji, yöntem ve teknik kullanımı ile ilgili önerilerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Probleme dayalı, proje tabanlı, STEM ve buluş yoluyla öğrenme yöntemlerini kullanmalı. [TE_SJ_1]

Öğrencileri buluş yoluyla, keşfetmeye yöneltmelidir. Probleme dayalı, proje tabanlı öğretim ve STEM yöntemlerini kullanabilir. [TE_EC_1]

Proje tabanlı öğrenme, yaparak yaşayarak, probleme dayalı öğrenme, işbirlikli öğrenme ve Araştırma inceleme yöntemlerini kullanmalıdır. Bu yöntemlerde öğrenci aktif olduğu ve daha kalıcı öğrenmeler gerçekleştiği için bu yöntemleri tercih etmelidir. [TE_T_2]

STEM uygulamalarını kullanmalıdır. Arduino Uno R3, Fritzing, mBlock kullanılmalıdır. Bunlar çağın gerekliliği olan teknoloji kullanma becerilerini destekleyen uygulamalardır. [TE_MC_1]

Plan hazırlarken problem durumu oluşturulmalı ve bu problemlerle karşı mühendislik problem çözme basamaklarını kullanarak ve uygulanarak ders planı hazırlanmalıdır. [YG_T_5]

5E yöntemini kullanmalıdır öğrenciye yönelik bir yöntemdir. [TE_K1_1]

Öğrencilerin aktif olduğu yöntem ve teknikleri uygulamalıdır. [TE_JC_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrenme ortamının uygun olmasına dikkat etmesi gerektiğini düşünmektedirler. Ayrıca, FBÖA'lar öğrenme ortamının nasıl olması gerektiği ile ilgili önerilerde bulunmuşlardır. Marie Curie grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin uygulanması için sınıfın uygun hale getirilmesinden bahsetmiştir. Marie Curie grubundan, Kepler 2 grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı bu eğitim için sınıfta akıllı tahta, projeksiyon, bilgisayarlar, internet, programlar, Arduino Uno R3 kitleri ve STEM etkinlikleri için malzeme dolaplarının olması gerektiğini söylemişlerdir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğrenme ortamının grup çalışması yaptırılabilir genişlikte olması gerektiğinden bahsetmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı sınıf mevcudunun az olması gerektiğini söylemiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Bu süreci uygulamak için sınıf ortamını uygun hale getirmelidir. [TE_MC_3]

Sınıf ortamının uygun olup olmamasına dikkat etmesi gerekir. [TE_K1_1]

Etkileşimli tahta, internet ağı, bilgisayarlar, bilgisayarlara yüklü programlar, Arduino Uno R3, laboratuvar düzeni olan sıralar, rahatça grup çalışması yapılabilir geniş bir sınıf olmalıdır. Malzeme dolabı olmalı. [TE_MC_1]

Akıllı tahta, bilgisayar, Arduino Uno R3 seti, projeksiyon, STEM malzemelerinin bulunduğu dolaplar olmalı. Öğretmen öğrenci etkileşiminin olması açısından uygun olmalı. [TE_K2_1]

Akıllı tahta, grup çalışmaları yapılabilir yerler, Arduino Uno R3 kitleri, malzeme dolabı, bilgisayar olmalı. [TE_T_3]

Sınıf mevcudu az olmalı. [TE_T_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenler için eğitim sürecindeki öğrenci rolleri hakkındaki görüşlerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu eğitimde öğrencilerin merkezde olduğunu, aktif olduğunu, sorgulayıcı olduğunu, probleme çözüm ürettiklerini ve sorumluluk sahibi olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayları öğrencilerin rolleri ile ilgili görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Öğrenci merkezde, öğrenci sorgulayan, düşünen, fikir üreten ve yenilikçi rolünde. [TE_SJ_4]

Öğrencinin rolü problem durumu ile ilgili araştırma yapmak. Fikir üretmek, model oluşturmak. [TE_T_2]

Çözüm önerileri içerisinde yaratıcı ve mantıklı olanı seçip uygulamaya geçirmesini sağlamaktır. [YG_K1_1]

Öğrencinin rolü; proje yapma esnasında grupla işbirliği içerisinde olmalı. Verilen görevleri yerine getirmeli yani sorumluluk sahibi olmalı. [YG_T_6]

Problem durumuna karşı çözüm önerileri üretmek, fikirleri tartışmak, grup içerisinde işbirliğine uyum sağlamak, projenin yapımı dışında verilen görevleri yapmak. [YG_SJ_3]

Süreci uygularken öğrenci aktif olmalı [TE_T_2]

Öğrenci verilen problem durumuna yönelik orijinal bir fikir üretmeli ve bunu en ekonomik en iyi tasarlanmış kullanımı kolay ve kullanışlı olması gibi özelliklerine de dikkat ederek Arduino Uno R3'ü ve STEM'i de iç içe kullanarak projeyi yapmaya başlar. İlk karşılaşılan bir problemde önce nerede hata olduğunu kendi çözmeye çalışır. [YG_JC_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin eğitimdeki rollerini rehberlik yapma, beceri geliştirme, motivasyon sağlama, sorunlara karşı çözüm üretme, problem durumu oluşturma ve bilgilendirme yapma olarak belirtmişlerdir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin rehber rolünü üstlenmeleri gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları eğitim sürecinde öğretmenlerin öğrencilere yol göstermesini önermişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Öğretmenin rolü öğrencilerin ne yaptığını kontrol etmektir. Ona ne yapması gerektiğini söylemek yerine çözümün kendisinin bulup uygulamasına yardım etmektir. [YG_MC_3]

Dersin başında öğretmenimiz, proje süreci boyunca neler yapacağımız ve nelere dikkat edeceğimiz hakkında bilgiler verdi. Bizde öğretmen olduğumuzda, öğrencilerimize bu şekilde rehberlik etmeliyiz. Öğretmen yol göstermeli (rehberlik etmeli), kesinlikle işlem basamaklarını kendisi yapmamalı. Öğrencilerin problem yaşadığı durumlarda direk yapma yerine problemi nasıl çözeceklerine dair fikirler sunabilir. [YG_EC_2]

Bana göre ve hocamı gözlemlediğim kadarıyla öğrenciler projelerini tasarladığında ve bir STEM etkinliği yaptırdığımda onlara direk çözümü sunmak yerine onlardan bir şeyler beklemeyi ve kendi kendilerine daha çok yapmalarını beklemek gerekir. Öğretmenin rolü iyi bir rehber olmalıdır. [YG_SJ_6]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin rolünün öğrencilerin motivasyonunu sağlamak olduğunu düşünmektedirler. Tesla grubundan, Kepler 2 grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayının öğretmenlerin motivasyon sağlama rolü ile ilgili düşünceleri şu şekildedir:

Öğrencileri motive etmek, öğrenciler bir sorunla karşılaştığında onları motive etmek ve enerjilerini yükseltip yapabileceklerine inandırmak. [YG_T_2]

Öğrencileri mesela yapabileceklerine inandırıp onları motive edebiliriz, onları güdüleyebiliriz. Bunlara da dikkat etmemiz gerekiyor. Eğer yapamayacaklarına inanırlarsa hani ortaya güzel bir ürün koyacaklarken bile koyamayabilirler çünkü. [GG_K2_1]

Öğrencileri motive etmeli. [TE_K1_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin rolünün öğrencileri bilgilendirmesi olduğunu söylemiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı eğitimde öğretmenin kendilerini bilgilendirdiğinden söz etmiştir. Öğretmen adayları öğretmenin bilgilendirme yapma rolü ile ilgili düşünceleri şöyledir:

Öğretmenin rolü en başta genel bir bilgilendirme yapmaktır. [YG_T_6]

Derse girişte bizi yeteri kadar bilgilendirdi. [YG_MC_3]

Tesla grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin rolünün gözlem yapma olduğundan bahsetmiştir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenin öğretmen adaylarını her süreçte gözlemlediğini belirtmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Öğretmen lider değil gözlemci olmalı. [YG_T_1]

Öğretmen bu derste kimin ne yaptığını tek tek gözlemledi. [YG_EC_1]

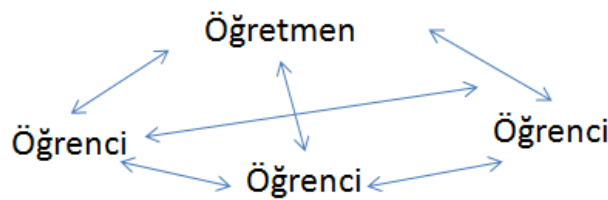
Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı Edmodo sanal sınıf uygulaması ve whatsapp ile öğretmen ve öğrenci arasında iletişim kurulabileceğinden bahsetmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenin gruplarla iletişim halinde olması gerektiğini söylemiştir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenin her gruba eşit vakit ayırarak onlarla ilgilenmesi gerektiğini belirtmiştir. Josephine Cochrane grubundan diğer bir öğretmen adayı ise öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci arasında çok yönlü bir iletişim olması gerektiğini dile getirmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Edmodo gibi uygulamaları kullanarak ders dışında da öğrencilerle iletişim kurulabilir. Whatsapp gibi uygulamalardan gruplar oluşturulabilir. [TE_MC_1]

Grupla etkileşim halinde olmalı. [TE_SJ_1]

Öğretmen her grupla ilgilenmeli neler düşündüklerine neler yaptıklarına bakmalı, hemen hemen hepsiyle aynı süre de ilgilenmeli. [YG_JC_1]

Çok yönlü bir iletişim olması gerekir. [TE_JC_2]



FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin kullanılacak malzemelerin listesini yapmaları, malzemeleri önceden temin etmeleri ve materyalleri tanıtmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Öğretmenler ders planlama sürecinde malzeme temini ile ilgili önerilere dikkat edebilirler. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı malzemelerin her gruba yetecek miktarda olmasına özen gösterilmesi gerektiğini söylemiştir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı ise eğitimde kullanılacak sensörlerin hepsinin öğrencilere anlatılması gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayları malzeme temini ile ilgili görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

T_3: Problemi belirlediler şimdi öğrencilerden nasıl bir çözüm gelebilir bir malzeme listesini hazırlaması gerekir zaten.

T_4: Malzemeleri ayarlaması gerekir öğretmenin, grup mu yapacaksın bireysel mi kaçar kişilik grup yapacaksın bunların belirlenmesi gerekir. [GG_T]

Her gruba yetecek malzemenin olup olmamasına dikkat etmeli. [TE_K2_2]

Öğrencileri mesela hani bu sensorları bilmiyorlar. Onların tek tek tanıtılması gerekiyor, işlevlerinin gösterilmesi gerekiyor. Anlamadıkları yerleri tekrar anlatmak gerekiyor. [GG_EC_1]

El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı aldıkları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenin sınıfa gerekli malzemeleri getirdiğini söylemiştir. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı ise öğretmenin malzeme temininde sıkıntıları olan gruplara yardımcı olduğundan söz etmiştir. Öğretmen adaylarının kendi aldıkları eğitimde malzeme temini ile ilgili görüşleri şöyledir:

Öğretmenimiz derse girişte proje için birçok malzeme getirdi. [YG_EC_1]

Malzeme eksikliği olduğunda yardımcı oldu. [YG_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin grup çalışması yapmaları gerektiğinden ve nedenlerinden bahsetmişlerdir. Öğretmenler ders planlama sürecinde grup çalışması hakkındaki önerilere dikkat edebilirler. Tesla grubundan bir öğretmen adayı grupla çalışmanın iletişim kurmayı kolaylaştırdığını, yaratıcı düşüncelerin ortaya çıktığını ve üretken olmayı sağladığını belirtmiştir. Tesla grubundan bir diğer öğretmen adayı grup çalışmasında birden fazla kişi olduğundan farklı fikirlerin ortaya çıktığını ve her kişinin farklı bireysel becerilere sahip olduğundan her birinin farklı işlerde görev aldığını belirtmiştir. Yine Tesla grubundan bir öğretmen adayı grup çalışmasının görev paylaşımı yaparak zamanı verimli kullanmayı sağladığından söz etmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise grup çalışmasında bazı bireylerin sorumluluklarını yerine getirmeyip diğer bireylerin daha çok çalışmasının sorun olabileceğinden söz etmiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin grup çalışmasında her bireyin görevini yapmasına dikkat etmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Bireysellikten ziyade böyle bir etkinlikte grup olmak, üretkenliği artırır. Oluşturulacak beyin fırtınasında yaratıcı fikirleri çıkmasını sağlıyor ve kişiler arası iletişimi ve etkileşimi artırıyor. [YG_T_4]

Grup çalışması bence faydalı her yönden, bir kere öncelikle ortaya birçok fikir çıkıyor ve herkesin yaşantıları farklı olduğu için herkesin yapılan çalışmaya değişik yönlerden katkısı oluyor. Herkesin bireysel farklılıkları olduğu için yetenekleri de farklı oluyor, biri araştırmayı iyi yapıyor diğeri estetik olarak düzenli şeyler yapabiliyor vs. derken ben grup çalışmasını faydalı ve gerekli buluyorum. İnsanı geliştirdiğini ve bir şeyler kattığını da düşünüyorum. [YG_T_3]

Grup çalışması bence çok mantıklı. Güzel bir iş bölümüyle projeyi hızlı bir şekilde tamamlayabiliyoruz. [YG_T_5]

Grup çalışması her durumda iyi değil. Gruplar kendi içinde anlaşabilmeli ve gruptaki her birey kendi görevini yapmalı. Aksi durumda bir kişi çalışmayıp proje sonunda hep çalışmış gibi yaptığında sorunlar çıkabiliyor. [YG_SJ_3]

Grupta herkesin aktif olarak rol almasına, sorumlulukları herkesin yerine getirmesine dikkat etmeli. [GG_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlere grup oluşturma hakkında önerilerde bulunmuşlardır. Öğretmenler ders planlama sürecinde grup oluşturma hakkındaki önerilere dikkat edebilirler. Kepler 2 grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin grup oluştururken öğrencilerin bireysel farklılıklarına ve kişisel özelliklerine dikkat etmelerini önermişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı ayrıca öğretmenlerin öğrencilere grup içinde iletişimin nasıl olması gerektiği ile ilgili bilgi vermesini önermiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ve Kepler 2 grubu öğretmenlerin heterojen gruplar oluşturmalarını önermişlerdir. Kepler 2 grubu ayrıca gruptaki ideal öğrenci sayısını 4 olarak belirtmiştir. Öğretmen adaylarının grup oluşturma ile ilgili önerileri şu şekildedir:

Grup oluştururken öğrenci kriterlerine dikkat etmemiz gerekiyor. Bizim sınıfta bile çok fazla bölünmeler olduğu için siz bizi gruplara dağıttığınızda, aslında görünürde hiç problem olmayan insanlar bile çatışma içine girmeye başladılar. O yüzden hani öğrencilerin kişilik özelliklerine çok dikkat edilerek yapılması gerekiyor. [GG_K2_2]

Bireysel farklılıklar grupta anlaşmazlıklara sebep olabilir. Bu yüzden grup çalışmalarına başlamadan grup içi iletişim konusunda öğrencilere bilgilendirmeler yapılmalı, süreci nasıl daha verimli geçirebilirler bunun hakkında ön bilgiler verilmeli. [TE_JC_2]

Arduino Uno R3 destekli STEM dersi etkinlik uygulama sürecinde gruplar kendi aralarında homojen olmalı ama grup içi heterojen olmalı. [YG_T_3]

K2_2: Öneri olarak mesela gruplar oluşturulurken öğrencilere hani bir grupta herkesin zeki çalışkan olması yerine, heterojen gruplar oluşturmamız lazım. İşte bir grupta çok zekisi olur, çekingeni olur, bilgisayar ile ilgileneni olur vs. bu şekilde heterojen gruplar oluşturmamız gerekiyor. Ama hani çok çatışma halinde olan kişileri de aynı gruba yerleştirmek sıkıntı yaratabilir. Çünkü o zaman tam böyle ergenliğe geçiş zamanları. Asi olup başkaldırabilirler.

K2_1: Gruplarda bir de sadece başarı olarak değil bence şey olarak da bakılmalı, mesela birisinin el becerisi vardır birisinin teknolojik açıdan vardır. Birisinin devre kurmaya, elektrikle karşı belirli bir yatkınlığı vardır. Her gruba bunlardan birer birer koymaya özen gösterilmeli.

K2_2: O yüzden grup sayısı çok olmamalı, 4 kişi ideal sayı gibi.

K2_1: 4 biraz daha ideal. [GG_K2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin güvenlik önlemlerini belirlemeleri ve öğrencileri uyarmaları gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmenler ders planlama sürecinde güvenli önlemleri hakkındaki önerilere dikkat edebilirler. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin kullanılacak malzemeler ile ilgili öğrencileri güvenlikleri açısından uyarmaları gerektiğinden bahsetmiştir. Josephine Cochrane ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde elektrikle çalışıldığından dolayı öğretmenleri elektrik çarpmalarına karşı tedbirli olmaları gerektiğini dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Gerekli güvenlik önlemlerini almış olmalı. Öğrencileri bu konuda en başta uyarmalı. [TE_T_6]

Öğretmen en çok güvenliğe dikkat etmeli elektrikle çalışıyoruz yaralanmalar olabilir. [YG_JC_3]

Kullanacakları malzemeler konusunda güvenlik önlemi alınması gereken durumlar varsa dersin başında gereken uyarıların yapılması gerekir. [YG_K2_1]

Elektronik araç gereçleri kullanırken elektrik akımına ve bu araçların kablolarına dikkat edilmelidir. Çünkü elektrik çarpabilir. Bu şekildeki çalışmalar öğretmen gözetiminde gerçekleştirilmelidir. [TE_T_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin etik ilkeleri takip etmeleri gerektiğini belirtmiştir. Öğretmenler ders planlama sürecinde etik ilkeler ile ilgili önerilere dikkat edebilirler. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi planlama sürecinde etik ilkeleri belirleme ile ilgili görüşleri Tablo 4.38'de sunulmuştur.

Tablo 4.38

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Planlama Sürecinde Etik İlkeleri Belirleme Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini dikkate alma hakkındaki görüşler	Etik ilkeleri belirleme hakkındaki görüşler	Mesleki yeterliğe yönelik etik ilkeler hakkındaki görüşler
		Öğrencilerle ilişkilere yönelik etik ilkeler hakkındaki görüşler
		Performansa yönelik etik ilkeler hakkındaki görüşler
		Teknoloji kullanımına yönelik etik ilkeler hakkındaki görüşler

Tablo 4.38'de görüldüğü gibi FBÖA'ların etik ilkeler ile ilgili görüşleri öğretmenlerin mesleki yeterliğe yönelik, öğrencilerle ilişkilere yönelik, performansa yönelik ve teknoloji kullanımına yönelik etik ilkeler şeklinde sınıflandırılmıştır. Öğretmenlerin mesleki görevinin gerektirdiği bilgi ve niteliklere sahip olabilmek için bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip etmeleri gerekmektedir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin alanları ve teknoloji kullanımı hakkında bilgi sahibi olması gerektiğini düşünmektedir. Yine El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenin kullandığı öğretim yöntemi dersi için faydalı mı, öğrenciler için ne gibi faydaları ve zararları olabilir bu konuda bilgi sahibi olması gerektiğini düşünmektedir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin güncel öğretim yaklaşımları bilmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğretmenliği kutsal bir meslek olduğundan ve dersi verimli hale getirmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının mesleki yeterlik ile ilgili etik ilkeler hakkındaki görüşleri şu şekildedir:

Fen bilimleri öğretmeni teknolojiyi takip etmelidir. Konuya hâkim olmalı, konu dışına çıkmamalıdır. [TE_EC_1]

Kullandığı yöntemin faydaları, zararları var mı? Öğretime katkı sağlıyor mu? Öğrenci görüşleri de alınmalı, verim alınıyor mu? [TE_EC_4]

Çağdaş yaklaşımları bilmeli. [TE_SJ_6]

Dersi verimli işlemek. Öğretmenlik mesleğinin kutsallığını unutmamalıdır. [TE_T_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin öğrencilerle ilişkilerinde takip etmesi gereken etik ilkelerden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri adil ve eşit davranma, anlayışlı ve hoşgörülü olma, kötü muameleden kaçınma şeklinde gruplandırılmıştır. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilere eşit olanaklar sunması gerektiğini söylemiştir. Tesla grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencileri diline, dinine ve ırkına göre ayırtmamalarını ve bu konular hakkında konuşmamaları gerektiğini vurgulamışlardır. El-Cezeri ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilere karşı anlayışlı, sabırlı, saygılı ve hoşgörülü olmaları gerektiğini söylemiştir. Marie Curie grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı ise öğretmenlerin öğrencilere lakap takma gibi kötü muamelede bulunmaktan kaçınmaları gerektiğini dile getirmişlerdir. Öğretmen adaylarının öğrencilerle ilişkilerde uyulması gereken etik ilkeler ile ilgili görüşleri şöyledir:

Öğrencilere eşit imkân sağlamalı, fırsat eşitliği sunmalı. [TE_T_5]

Öğrencilerin özel hayatlarını ilgilendirecek din aile vb. konulara girmemesi gerekir. [TE_K1_1]

Sınıfta bütün öğrencilere eşit davranmamak toplum etiğine aykırıdır. Dil, din, görüşten dolayı öğrencileri ayırmak, başarılarına göre ayırmak etik dışı davranışlardır. [TE_T_6]

Tüm öğrencileri büyük bir dikkatle ve sabırla dinlemelidir. Herkesin fikirlerine saygı duymalıdır. [TE_EC_1]

Öğrencilerinin öğrenme düzeylerine ve hazırbulunuşluklarına ve saygı duymalı. [TE_K1_2]

Öğrencilere lakap takmamalıdır. Zedeleyici ve rencide edici hitaplarda bulunmamalıdır. [TE_MC_3]

Öğrencilere hitap ederken lakap takmayıp adıyla hitap etmeli. [TE_T_6]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin performansa (uygulamalara) yönelik takip etmesi gereken etik ilkelerden bahsetmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri bilgi hırsızlığı yapmama (özgün olma) ve kaynak gösterme şeklinde gruplandırılmıştır. Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin başkalarının projesini alıp birebir kullanmamaları gerektiğinden, yapılması planlanan projelerin özgün olması gerektiğinden bahsetmiştir. El-Cezeri grubundan üç öğretmen adayı proje oluşturma sürecinde yararlanılan kaynakların belirtilmesi gerektiğini ve grupların birbirleri ile iletişimini engelleyerek ortaya özgün projeler çıkmasını sağlamaları gerektiğini belirtmiştir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin kullandığı kaynakları belirtmesi gerektiğini ve bu kaynakların orijinal olması gerektiğini söylemiştir. Josephine Cochrane grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencileri bilgi hırsızlığı yapmamalarını sağlamaları ve etik kurallar hakkında

bilgilendirmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, öğretmenlerin bilgi hırsızlığı yapmamaları ve kullandıkları kaynakları belirtmeleri gerektiği ve bu konuda öğrencilerini de bilgilendirmeleri, uyarmaları gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde açıklamışlardır:

Bilginin alındığı yere dikkat edilmeli. ER-STEM eğitimi projesi için araştırma yapılıyorsa internette hazır olan projelerden alınmamalı, bilgi hırsızlığına karşı uyarılmalı ve dikkat edilmeli. Proje için internette olan önceki çalışmalardan kopyalatılmamasına dikkat edilmeli. Uygulanacak projenin ve yapılan ürünlerin özgün olmasına özen gösterilmelidir. [TE_K2_1]

EC_3: Hangi kaynaklardan faydalandıysak onların bir bilgilendirmesini yapmamız gerekiyor. Hani kendimizinkiymiş gibi değil de neyi nereden aldığımız belirterek sunum yaparsak veya öğrenciye verirken sanki daha etik olur.

EC_1: Başkalarının mesela projelerine kendi projemiz gibi yapmamamız lazım.

EC_3: Hani yapsa bile en azından, kendinden bir şey katabilir, karşılaştırabilir, geliştirebilir.

EC_2: Gruplar birbirinden etkilenebilir. Tabi muhakkak yüzde 100 kesemeyiz ama mümkün olduğunca kesmemiz lazım. Çünkü diğer gruptan şey yapmamız lazım, kendi özgür fikrini ortaya çıkarması lazım. [GG_EC]

Kullandığı kaynakları ulaşım sağlarken orijinal olanlardan ulaşması ya da üretimine izin verilmiş olmasına dikkat etmeli. Konu anlatırken fikirlerini veya bazı ifadeler kullanırken nereden aldığı vs konusunda kaynaklar belirtilmeli. [TE_JC_2]

Projeye dayalı bir yöntem kullanılıyorsa yapılacak olan bir projenin yapılmış projenin aynı olması gerekir. Bu konuda etik kurallar hakkında öğrenciler bilgilendirilmelidir. [TE_JC_1]

Öğrencilerin fikir hırsızlığı yapmasını engellemeli. [TE_T_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin teknolojiye yönelik takip etmesi gereken etik ilkelere söz etmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin teknolojiyi izinsiz kullanmamalarını dile getirmiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin teknolojiyi faydalı olacak şekilde kullanmaları ve öğrencilerine kullandırmaları gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Teknolojiyi etik ahlaka uygun bir şekilde kullanılmalıdır. [TE_K1_3]

Daha önce kodlanmış olan programı uygulamayı izinsiz ve atıf yapmadan kullanmamalı. [TE_T_2]

Teknolojinin dersin yararı için kullanılmasına ve öğrencinin teknolojiyi yararlı kullanması açısından bilgilendirmeye dikkat etmelidir. [TE_MC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin karşılaşabilecekleri problemlere karşı tedbir almaları ve çözüm üretebilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin etkinliklerde kullanılacak malzemelerle ilgili problemler yaşayabilmeleri konusunda tedbirli olmalarını önermiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı özellikle teknoloji kullanımıyla ilgili sorun çıkması durumunda öğretmenlerin bu sorunlara karşı çözümler üretebilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Öğretmenlerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde malzeme ve teknoloji kullanımında sorunlar yaşayabilecekleri için bu konuda tedbir almaları

gerekmektedir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle açıklamışlardır:

Ne gibi sıkıntılar çıkabilir önceden düşünmesi lazım. [GG_SJ_3]

Yaşanabilecek herhangi bir soruna karşı tedbir almış olmalı. [YG_T_6]

Kullanılacak malzemeler yönünden oluşabilecek problemleri tahmin ederek önlemler almalı. [TE_T_3]

Sorunlara karşı çözüm üretmelidir. [YG_SJ_3]

Teknolojik açıdan yaşanan aksaklıklar ani çözümlerle giderilmeye çalışılmalıdır. [TE_SJ_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlere ders planlama sürecinde etkinlik geliştirme ile ilgili önerilerde bulunmuşlardır. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi planlama sürecinde etkinlik geliştirme ile ilgili önerileri Tablo 4.39'da sunulmuştur.

Tablo 4.39

ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Planlama Sürecinde Etkinlik Geliştirme Hakkındaki Görüşler

ALT KATEGORİ	KOD	ALT KOD
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğretim strateji, yöntem ve tekniklerini dikkate alma hakkındaki görüşler	Etkinlik geliştirme hakkındaki görüşler	Etkinliğin anlaşılır olması hakkındaki görüşler
		Etkinliği amacına uygun yapma hakkındaki görüşler
		Etkinliğin özgün olması hakkındaki görüşler
		Etkinlikteki kişi sayısı hakkındaki görüşler
		Etkinliğin sorgulamaya teşvik etmesi hakkındaki görüşler

Tablo 4.39'a göre FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi planlama sürecinde etkinlik geliştirme ile ilgili görüşleri etkinliğin anlaşılır olması, etkinliği amacına uygun yapma, etkinliğin özgün olması, etkinlikteki kişi sayısı ve etkinliğin sorgulamaya teşvik etmesi şeklinde sınıflandırılmıştır. El-Cezeri grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı etkinliklerin öğrenciler için açık ve net olması gerektiğini söylemişlerdir. Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı etkinliğin amacına uygun bir şekilde planlanması gerektiğinden bahsetmiştir. Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı etkinliklerin özgün olması gerektiğini dile getirmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise etkinliklerin öğrencileri sorgulamaya yönlendirmesinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının eğitimi planlama sürecinde etkinlik geliştirme ile ilgili görüşleri şöyledir:

Etkinlik tüm öğrenciler tarafından anlaşılmalıdır. [TE_EC_1]

Etkinlikler anlaşılır olmalı. [TE_T_6]

Sınıfta uygulamaya geçtiğinde planladığı etkinliğin amacından sapmamasına dikkat etmeli. [TE_JC_1]

Etkinliğin amacına uygun olmasına dikkat etmelidir. [TE_JC_4]

Etkinlikler özgün olmalıdır. [TE_MC_2]

Sınıfın kalabalık olma durumuna dikkat etmeli. [TE_T_4]

Öğrencileri düşünmeye ve sorgulamaya teşvik etmeli. [TE_SJ_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde sınıf yönetimi ile ilgili görüşlerini belirtmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı bu eğitimde geleneksel yöntemlerle işlenen eğitime göre sınıf yönetiminin zor olacağından bahsetmiştir. Öğretmen adayları öğretmenlerin sınıf yönetimi konusunda bilgi ve beceri sahibi olmaları gerektiğini düşünmektedirler. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin eğitim sürecinde adım adım ilerleyerek süreçte kargaşa çıkmamasına dikkat etmesi gerektiğini düşünmektedir. Öğretmen adaylarının düşünceleri aşağıdaki gibidir:

Sınıf yönetimi geleneksel yöntem işlenen sınıflara göre daha zor olacaktır. Fakat daha etkili ve kalıcı olacaktır. İletişimi sağlamak için hoşgörü ve anlayışlı olmalıdır. Öğrenciler zorlanabilir, onları anlayışla karşılayıp yardımcı olmalıdır. [TE_JC_4]

Sınıf yönetimine oldukça dikkat etmeli. [TE_SJ_2]

Çok sistematik bir süreç izlenmelidir. Yoksa sınıfta anlaşmazlık ve kargaşaya sebebiyet verebilir. Sınıfa hâkim olmalı. [TE_JC_2]

Öğrenciler teknolojiyi kullanırken sınıf yönetimine dikkat etmelidir. [TE_T_6]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlere ders planlama sürecinde sınıf yönetimi ile ilgili önerilerde bulunmuşlardır. Öğretmen adayları öğretmenlerin sınıfta öğrencilerle birlikte kurallar oluşturarak, grupla çalışma düzeni oluşturarak, öğrencilerin ilgisini çekecek etkinlikler hazırlayarak, öğrencilerin merkezde olduğu bir ders yaparak, öğrencilerle iyi iletişim kurarak, öğrencilerde merak uyandırarak, çalışma kağıtları ve yönergeler doğrultusunda ders yaparak, öğrencilerin motivasyonunu sağlayarak, grup içindeki sorunları çözerek ve işbirliği içinde çalışmalarını sağlayarak sınıf yönetimini sağlayabileceklerini düşünmektedirler. Öğretmen adayları sınıf yönetimi ile ilgili önerilerinden şu şekilde bahsetmişlerdir:

Sınıf kuralları oluşturmalıdır. Sınıf kurallarını öğrenciyle beraber hazırlamalıdır. [TE_MC_]

Her öğrenci ile ilgilenmeli, dikkat çekilmeli. Dikkatin dağılmasını önlemek için sorularla sınıfı canlı tutmalı. [TE_SJ_1]

Çocukları gruplara ayırarak ve oturma düzenlerini de gruplar arasında paylaşımda bulunabilecekleri ortamı sağlayarak (örn: U düzeni) sağlayabilirim. Böylelikle herkes derse aktif bir şekilde katılır ve başka şeylerle meşgul olmamış olur. [TE_K1_2]

Öğrencinin ilgisinin ders üzerinde olması için ilgi çekici etkinlikler düzenlemeli. [TE_MC_1]

Öğrenciyi merkezde tutmalı. Sinirli katı biri olmamalı. Öğrencinin mümkün olduğunca yanında olup, her konuyu paylaşabileceği bir ortam hazırlamalı. Çünkü öğrenciler katı kuralları olan değil öğrenciyle iletişimi iyi olan öğretmenler ile iyi anlaşır ve onları severler. [TE_T_4]

Öğrencilerle iletişim halinde olunmalıdır. Derse dikkatlerini çekecek uygulamalar yapılmalıdır. Öğrencilerin gürültü yapması engellenmelidir. Ancak çocukların soruları ve merak ettiği şeyler önemsenmeli ve cevaplandırılmalıdır. Öğrencilerin aktif katılımı sağlanmalıdır. [TE_MC_2]

Öğrenci odaklı yaklaşımlar kullanarak sınıf yönetimini daha rahat sağlar ve iletişimi etkili hale getirebilir. [TE_K1_3]

Öğrencileri güdülemeli, merak uyandırmalı, her öğrenciye imkân sağlamalı. [TE_SJ_1]

Önceden hazırlanmış çalışma kağıtları ve yönergeler doğrultusunda sınıf yönetimi daha kolay sağlanır. Sabır ve hoşgörü çerçevesinde olmalıdır öğretmen. [TE_JC_2]

Edmodo uygulamasını kullanırım. Öğrencilerin motivasyonunu sağlayacak pekiştireçler veririm. Öğrencilere rehberlik ederim. Gruplar oluşturarak işbirlikli çalışmalarını sağlarım. [TE_MC_2]

Grup içi anlaşmazlıkları elinden geldiği kadarıyla engellemeli. [YG_SJ_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde dersi günlük hayatla ilişkilendirmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin fen dersini günlük yaşamla bağdaştırmalarını ve böylece ilgi çekici ve merak uyandırıcı olacağından bahsetmişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şu sözleriyle ifade etmişlerdir:

Gündelik hayat ve fen bilgisi entegrasi sağlanmalıdır. Günlük yaşama uyarlanarak ilgi çekici hale getirilmeli. [TE_SJ_4]

Fen, teknoloji ve günlük hayat ile bağdaştırılarak anlatılabilir. [TE_EC_1]

Günlük hayatla ilişki kurarak merak uyandırmalı. [TE_SJ_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde problem durumu oluşturmalarını söylemişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilere problem durumu hakkında açıklamalar yapması gerektiğini, Tesla grubundan bir öğretmen adayı da öğretmenlerin öğrencilerin problem durumunu anlamalarını sağlamaları gerektiğini söylemiştir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı çözümünün birden fazla olabileceği bir konu alanının seçilmesini önermişlerdir. Öğretmen adayları problem durumu oluşturma ile ilgili düşüncelerini şöyle açıklamışlardır:

STEM dersinde öğretmenin rolü hayal gücü ve edinilen bilgilerin kullanılabilceği bir problem sorusu vermek. [YG_MC_1]

Önce problem durumunu kısaca açıklamalı ve öğrenciye bunun bilgisini vermeli. [YG_JC_1]

Farklı çözüm önerileri üretilebilecek bir sorun geliştirilmeli. Gündelik hayattan sorun ve örnekler geliştirilmelidir. [TE_SJ_4]

Çok fazla problem olduğu bir alan seçilmeli (akıllı şehir gibi). [TE_SJ_5]

Öğrencilerin problemi tam olarak anlamalarını sağlamalı. [YG_T_2]

FBÖA'lar aldıkları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenin kendilerine problem durumunu verip, problem durumu ile ilgili bilgiler verdiğini söylemişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Tesla grubundan bir öğretmen adayı şu açıklamaları yapmışlardır:

Bize problem durumunu verip gerekli açıklamaları yaptı. [YG_EC_5]

Problem durumunu açık ve net bir şekilde verdi. [YG_T_2]

Josephine Cochrane grubundan üç öğretmen adayı ve Tesla grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde fen dersi soyut kavramlarını somut hale getirmelerini önermişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin deney tahtasını (breadboard) anlamayabileceklerini düşünmektedir ve öğretmenlere deney tahtasının iç yapısını somut bir şekilde göstermelerini önermektedir. Öğretmen adaylarının düşünceleri şu şekildedir:

JC_2: Kendimiz büyük materyaller yapıp gösterirken evet şu ucunu, şu kadar mesela, boyutu şu kadar falan olmalı (eliyle gösteriyor burada) bir LED'in, bu ucunu mesela ben şuraya bağlıyorum, mesela kabloyu ne yapabilir? Kalın bir halat gibi, bu onun artı ucu işte, mesela kırmızı bir halat, mavi bir halat, bu ucu da buraya gidiyor. Yani ciddi anlamda anlatırken tahtaya çizmek ya da görsel de olur. Mesela tahtaya bir görsel yansıttığımızda çocuk gene belki "hocam tam göremedim", hani yakınlıştırsak bile anlamayabiliyor. Ama görsel bir şekilde işte LED'i ya da röleyi mesela karton kutularla yapabiliriz. Büyük boyutlarla öğrencinin anlamasını kolaylaştırabiliriz.

JC_1: Materyal geliştirmeyi diyorsun yani?

JC_4: Mesela bir bread board' un kullanımını öğrenci anlamayabilir. Mesela siz bize anlattınız iç yapısını, işte şöyle teller var diye. Şimdi mesela LED'i sütun olarak taktığın zaman kısa devre yapıyor yan taktığın zaman. Bunları çocuğun anlaması birazcık daha zor. Onun için hani açılabiliriyorsa mesela bir bread board 'un içi açılıp daha detaylı gösterilebilir. Çocuğun anlaması için iyice detaya girilmeli diye düşünüyorum.

JC_2: Evet somut, daha somut hale getirilmeli. [GG_JC]

Teknolojiyi kullanırken akılda oluşan (soyut konuları) gerçek hayatla bağdaştırılamayan konuların daha çok üzerinde durarak teknolojiyle onları daha somut hale getirip bilimi sevdirebilir. [TE_T_6]

Fen bilimleri alanı soyut bir alan olduğu için soyut kavramları yeterince somut hale getirmelidir. [TE_T_5]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrencilerin aktif katılımını sağlamayı göz önünde bulundurmalarını söylemişlerdir. Marie Curie grubundan ve Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin aktif katılımı ile ilgili şu ifadeleri kullanmışlardır:

Sınıfta her öğrencinin katılımı sağlanmalıdır. [TE_MC_2]

Bu etkinliklerde öğrencinin aktif katılımı sağlanmalı. [YG_MC_2]

Etkinliklerin yapılmasında öğrencinin aktif olmasına dikkat etmelidir. [TE_SJ_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde zamanı kullanımına ve yönetimine dikkat etmeleri gerektiğini söylemişlerdir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin dersi zamanında tamamlamalarını ve Marie Curie grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin etkinliklerde öğrencilere yeterli süre tanınması gerektiğini ifade etmiştir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi zaman gerektiren bir eğitim olduğundan dolayı öğretmenlerin zamanı iyi yönetmeleri gerekmektedir. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Süreyi iyi kullanmalı. [TE_T_4]

Zaman yönetimine dikkat edilmelidir. [TE_SJ_5]

Ne kadar sürede yapılması gerektiğini bilmek gerekiyor. Ne kadar sürede ne verilmesi gerektiğini zamanı planlamak gerekiyor. Hangi konuyu vereceğiz? On tane sensor de verebilirsiniz, bir tane de verebilirsiniz. Ama bunun ikisinin de planlaması farklı oluyor. [GG_EC_3]

Hedeflenen ders süresinde tamamlanmalıdır. [TE_EC_1]

Öğrenciye yeterli süre verilmelidir. [YG_MC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin eğitsel robotiği doğru ve etkin kullanabilmeleri gerektiğinden bahsetmişlerdir. FBÖA'lar ayrıca öğretmenlerin her öğrenciye Arduino Uno R3'ü kullanmayı öğretmesi gerektiğini ve her öğrencinin bireysel bir şekilde Arduino Uno R3'ü kullanması gerektiğini dile getirmişlerdir. FBÖA'lar öğretmenlerin kullanacakları Arduino Uno R3 ve diğer elektronik malzemelerin çalışmasını önceden kontrol etmelerini ve gerekli bakımını yapmaları gerektiğinden de bahsetmişlerdir. El-Cezeri grubundan ve Josephine Cochrane grubundan iki öğretmen adayı, Steve Jobs grubundan ve Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şöyle betimlemişlerdir:

Eğitsel robotiği doğru kullanmalı, bu konuda yeterli bilgiye sahip olmalı. [TE_EC_4]

Her öğrenciye uygun bir şekilde Arduino Uno R3'ü kullanmayı öğretmelidir. [TE_EC_5]

Her öğrenci de Arduino Uno R3'ü kullanmalıdır. [TE_JC_4]

Çalışır olması kontrol edilmeli. Onarım ve bakıma ihtiyacı var mı dikkat edilmeli. [TE_JC_3]

Eğitsel robotiği etkin kullanabilmelidir. [TE_SJ_2]

Araç ve gereçlerin önceden denenmesi gerekir. Kontrol edilmeli. [TE_K1_1]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin eğitimi planlama sürecinde, kullanacakları sensörleri dersin amacına uygun bir şekilde seçmelerini önermişlerdir. Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Kullanılan araç gereçlerin (sensörler) dersin amacına uygun seçilmesi gerekmektedir. [TE_MC_1]

Araçları amaçlarına uygun kullanmalı. [TE_JC_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin eğitimi planlama sürecinde okulun ve sınıfın fiziki ve maddi imkanlarını göz önünde bulundurmalarını söylemişlerdir. Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı düşüncelerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Okulun imkanlarına dikkat etmeli. [TE_MC_1]

Okulun ve sınıfın fiziki şartlarını dikkate almalıdır. [TE_JC_3]

4.2.1.2.4.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Öğretim Programını Dikkate Alma Hakkındaki Görüşler

Öğretim programını dikkate alma alt kategorisi öğretmenlerin belirli bir fen konusunun eğitsel robotik ile öğretiminde temel alınan öğretim programı ile ilgili bilgilerini içermektedir. Öğretim programını dikkate alma alt kategorisi kazanımları dikkate alma, 21.yy. becerilerini dikkate alma ve inşacılık yaklaşımı dikkate alma şeklinde sınıflandırılmıştır. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin öğretim programına hâkim olması gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde belirtmiştir:

Öğretim programına uygunluğuna dikkat etmeli. [TE_SJ_4]

Yani bu süreçte bir öğretmen olarak bence öğretim programının tamamen çok iyi incelenmesi gerekiyor. Sınırlılıkları, kazanımları, işte o düzeydeki çocuktan ne bekleniyor ne beklenmiyor ona göre ayarlanması gerekiyor. [GG_K2_2]

Bir etkinlikte süreyi planlarken öğretim programına dikkat etmeli. [TE_JC_2]

Öğretim programı ile örtüşmelidir. [TE_K2_1]

Sürecin öğrencilere kazandırılması gereken bilgiler, yeterlikler ve beceriler neler bunları göz önünde bulundurmalı. [TE_T_3]

Konunun dersin amaçlarına uygun seçilmesine dikkat edilmeli. Dersin hedef ve amaçlarına dikkat edilmeli. [TE_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlarını hazırlarken öğretim programı kazanımlarını dikkate almaları, Arduino Uno R3'ü öğretim programı kazanımlarına uygun bir şekilde kullanmaları ve etkinlikleri öğretim programı kazanımlarına uygun bir şekilde hazırlamaları gerektiğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

İlk olarak kazanımlar dikkate alınmalı. O kazanımlar doğrultusunda bir ders planı hazırlamalı. [TE_JC_2]

Sınıfın ve dersin konusunun kazanımlarına uygun olmalıdır. [TE_MC_2]

Arduino Uno R3'ü kazanıma uygun kullanmaya dikkat etmelidir. [TE_JC_4]

Hangi konuya ve kazanıma uygun Arduino Uno R3'ü nasıl kullanacağına karar vermeli. [TE_EC_4]

Geliştirdiği etkinliğini hangi konulardaki kazanımları hedef aldığına dikkat etmelidir. Vermek istediği kazanımlara uygun bir ders planlamalıdır. [TE_MC_1]

Etkinlikleri plana uygun, kazanımlara ve sınırlılıkları uygun şekilde geliştirmeli. [TE_SJ_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlarını hazırlarken öğretim programında bulunan 21.yy. becerilerini dikkate almaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Tesla grubundan iki öğretmen adayı öğretmenlerin eğitim sürecini planlarken öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve

karar verme gibi 21.yy. becerilerini dikkate almalarını önermişlerdir. Öğretmen adaylarının 21.yy. becerilerini dikkate alma ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Süreci planlarken öğrencilerin yaratıcılıklarını ve problem çözmelerini geliştirmek üzere plan yapılmalıdır. Eleştirel düşünme, özgün düşünme gibi becerilerini de geliştirecek planlar yapılmalıdır. [TE_T_5]

Öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme gibi özelliklerine uygun şekilde düzenlenmelidir. [TE_T_2]

Etkinlik geliştirirken öğrencilerin aynı zamanda yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi becerilerini de göz önüne almalıdır. [TE_T_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlarını hazırlarken öğrenci merkezli olmasına dikkat etmelerinden bahsetmişlerdir. Steve Jobs grubundan, Josephine Cochrane grubundan ve Marie Cure grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin aktif olduğu, bilgiyi kendilerinin yapılandığı ve öğrencilerin merkezde olduğu planlar hazırlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşlerinden öğretmenlerin inşacı öğrenme yaklaşımını dikkate almaları gerektiği sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri şöyledir:

Planında öğrencilerinde aktif olacağı bir çalışmaya yer vermeli. [TE_SJ_3]

Çağımız çocuklarının teknoloji içine doğduğunu ve bilgiyi hazır olarak almaya daha yatkın olduklarını dikkate almalı. Bilgiyi kendilerinin bulmalarını sağlamalı. [TE_JC_3]

Öğretmen değil öğrenci merkezli olmasına dikkat etmelidir. [TE_MC_2]

4.2.1.2.4.4. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecini Planlarken Ölçme ve Değerlendirme Yapma Hakkındaki Görüşler

Ölçme ve değerlendirme yapma alt kategorisi Arduino Uno R3 kullanılarak yapılan fen öğretim sürecinin her aşamasında öğrencilerin öğrenmelerinin ve ortaya koydukları robotik proje ürünlerinin ölçülüp değerlendirilmesini içermektedir. Ölçme ve değerlendirme yapma alt kategorisi ölçme ve değerlendirme amacı ve ölçme ve değerlendirme aracı kullanma olarak sınıflandırılmıştır. Amacına göre ölçme ve değerlendirme biçimlendirici, özetleyici ve hem biçimlendirici hem özetleyici ölçme ve değerlendirme yapma şeklinde sınıflandırılmıştır. Ölçme ve değerlendirme aracı kullanma ise tamamlayıcı ve geleneksel ölçme ve değerlendirme aracı kullanma şeklinde sınıflandırılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin biçimlendirme amaçlı ölçme ve değerlendirme yapmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı

öğretmenlerin sonuç odaklı olmamasını ve süreci değerlendirmelerini önermişlerdir. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin süreci değerlendirerek öğrencilere özel dönütler vermelerini söylemişlerdir. Öğretmen adayları biçimlendirici ölçme ve değerlendirme yapma ile ilgili görüşlerini şöyle belirtmişlerdir:

Sonucu değil süreci değerlendirmelidir. Öğrencilerin sonuçta koyduğu ürüne değil ürünü tasarlarken STEM basamaklarına uyup uymadıkları fen'i derslerine ne kadar entegre edip edemediklerini incelemelidirler. [YG_SJ_5]

Dersi değerlendirme sürecinde bence not odaklı öğrencilere eğitim yapılmamalı. Çünkü birer öğretmen adayı olarak biz bile bazı şeyleri zor kuruyoruz. Bunlar ekstra ödüllendirilmeli ve puanlanmalıdır. Değerlendirme daha çok motive edici olmalıdır. Sonuç odaklı olmamalıdır. [YG_SJ_4]

Toplu dönütlerde, genel dönütlerde öğrenci yine kendine çok bir şey alamıyor. Biraz daha böyle spesifik verirse daha iyi olur gibi geliyor. Nasıl yapmış? Nasıl etmiş? Bir süreç olarak bakarız. En sonunda sunumuna kadar bir süreç olarak kesin zaten dönüt verilmeli öğrencilere. Süreç değerlendirilmeli. [GG_EC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin özetleyici amaçlı ölçme ve değerlendirme yapmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlere ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminden önce ve sonra test uygulayarak eğitimin öğrencilere etkisini ölçmelerini önermiştir. Yine Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilere kazandırmak istedikleri hedeflere ulaşip ulaşmadığını değerlendirmelerini söylemiştir. Kepler 1 grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin proje ürünlerini değerlendirmelerini önermiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Ön test-son test yapabilir. Burada da düz anlatımdan sonra bir test yapıp daha sonra Arduino Uno R3'ü dahil ederek yaptığı etkinliklerin ardından son test yapabilir. Böylelikle Arduino Uno R3'ün öğrencilerin hayatındaki yerinin seviyesini, kavramların nasıl somutlaştırılmış olduğunu ölçmüş olur. [TE_T_6]

Başlangıçta belirlenen hedefler gerçekleştirilmiş mi bunu da değerlendirmeleri gerek. [YG_T_3]

Değerlendirme sürecinde öğrencilere ulaşmak istedikleri sonuca ulaşılar mı sorusu sorular ve ürünleri değerlendirilir. [YG_K1_2]

Problem sonucunda üretilen projeye göre değerlendirme yapılmalı. [TE_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin özetleyici amaçlı öğretmenlerin hem bireysel hem de grup değerlendirmesi yaptırması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Marie Curie grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı bireysel ve grup değerlendirmesi hakkındaki görüşlerini şöyle dile getirmiştir:

Mesela sizin dağıttığınız gibi öğrencinin hem kendi çalışmasını değerlendirebilecek soruları hem gruptaki kişileri hem diğer grupları değerlendirebilecek bir çalışma olması gerekiyor. [GG_MC]

4 çeşit değerlendirme yapmalıdır öğretmen. Öğrencinin öz değerlendirmesi (kendini değerlendirmesi). Öğrencinin grup üyelerini değerlendirmesi. Öğrencinin grup değerlendirmesi. Öğrencinin grup üyelerini bireysel değerlendirmesi. [TE_JC_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin hem biçimlendirici hem de özetleyici ölçme ve değerlendirme yapmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Tesla grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin öğrencilerin sadece ürünlerini değil süreçte yaşadıklarını da değerlendirmeleri gerektiğinden bahsetmektedirler. Öğretmen adaylarının görüşleri şu şekildedir:

Sadece ürüne değil değerlendirirken sürece de önem vererek değerlendirmeliyiz. Çünkü öğrenciler çok uğraşmış ama ürün ortaya koyamamış olabilir bunu göz önünde bulundurarak değerlendirme yapmalıyız. [YG_T_5]

Sadece ürün değil de sürecin de değerlendirilmesi gerekiyor bu süreçte. Çünkü süreçte öğrencilerin etkileşim halinde olması birbirleriyle, herkesi projeye dahil etmeleri. Çünkü bizim belki gözümüzden kaçabilir, bir çocuk çok pasiftir. Ama proje mükemmel çıkmıştır, çocuk da ondan geçmiştir. Aslında buna dikkat etmesi gerekiyor. Süreçte kim ne yaptı? Sizin de yaptığınız gibi günlük yerine ölçek de verebiliriz. Bunu herkes yaptı mı yapmadı mı? Sürecin de değerlendirilmesi gerekiyor bu konuda. [GG_K2_2]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin geleneksel ölçme ve değerlendirme araçları kullanabileceğini söylemişlerdir. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı öğrencilerin ön-test ve son-test kullanarak değerlendirilebileceğinden bahsetmiştir. Tesla grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin geleneksel ölçme araçlarını kullanarak ölçme ve değerlendirme yapabileceğini söylemiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı öğretmenlerin klasik sınavlar yapması gerektiğinden bahsetmiştir. Öğretmen adaylarının geleneksel ölçme değerlendirme araçlarını kullanma ile ilgili görüşleri şöyledir:

Ön test-son test olarak yapabilir. Ona göre de dönüt verebilir. Ölçme ve değerlendirmeyi de teknolojik araçlardan yardım olarak yapabilir. [TE_K1_2]

Geleneksel ölçme araçlarını kullanabilir. Dikkat etmesi gereken nokta bu öğretim sürecinde vurguladığı noktaları değerlendirilmesidir. [TE_T_3]

Temel klasik sınav da yapmalıdır. [TE_SJ_4]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme araçları kullanabileceğini belirtmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı gözlem formlarının kullanılabileceğini, Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı rubrik, akran değerlendirme ve öz değerlendirme yaptırılabilceğini ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı performansa dayalı ölçme ve değerlendirme yapılabileceğini söylemişlerdir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki gibi açıklamıştır:

Arduino Uno R3 destekli STEM dersinde değerlendirme olarak alternatif ölçme değerlendirme araçlarından gözlem formları kullanılabilir. [TE_JC_2]

Özellikle rubrikler, akran değerlendirme ve öz değerlendirme ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanabilirler. [YG_SJ_2]

Performansa dayalı çeşitli değerlendirmeler (rubrik, değerlendirme ölçeği vs.) kullanılabilir. [GG_EC_3]

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kendilerinin alternatif ölçme ve değerlendirme aracı kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca, FBÖA'lar kendi aldıkları eğitimde hem ürün değerlendirmesi yapıldığını hem de sürecin değerlendirildiğini söylemişlerdir. FBÖA'ların görüşlerinden eğitimde hem özetleyici amaçlı hem de biçimlendirici amaçlı ölçme ve değerlendirme yapıldığı görülmektedir. Öğretmen adayları görüşlerini şöyle ifade etmişlerdir:

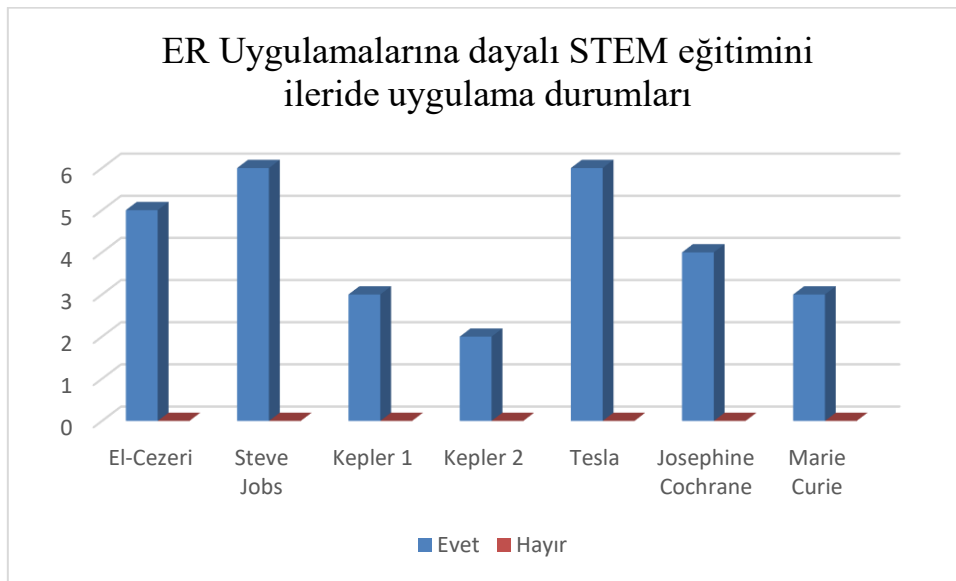
Akıllı sera tasarımının değerlendirilmesinde alternatif ölçme araçlarından faydalandık. Bunun nedeni ise yalnızca sonuç değil süreci de değerlendirmek için. [YG_T_2]

Akıllı sera etkinliğinde önce kendimizi değerlendiren sonra da diğer grup çalışmalarını değerlendiren bir ölçekle ölçme değerlendirme yapıldı. Öz eleştiri yapabildim çünkü kendimi değerlendirdim puanlama kısmı falan bence çok iyiydi. [YG_MC_3]

Akıllı şehir tasarımı etkinliği sonunda da alternatif ölçme değerlendirme araçları kullanıldı. Bahsettiğim gibi bu araçların kullanılmasının sebebi aynı zamanda süreç değerlendirmesi de yapabilmek. [YG_T_3]

4.2.1.2.5. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi İleride Uygulama Durumları

FBÖA'lara grup görüşmelerinde Arduino Uno R3'ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ileride uygulamak isteyip istemedikleri sorulmuştur. FBÖA'ların görüşleri Şekil 4.4'teki gibi özetlenmiştir.



Şekil 4.4. ER Uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ileride uygulama durumları

Şekil 4.4'te görüldüğü gibi 29 FBÖA'dan 29'u da Arduino Uno R3'ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulamak istemektedirler. Her gruptan bir öğretmen adayının eğitimi uygulamak istedikleri ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

Öğretmen olduğumda öğrencilerime kodlamayı, devre kurmayı, Fritzing de şematize etmeyi, algoritma oluşturmayı öğretmek istiyorum. Öğrencilerimle birlikte yeni projeler oluşturmak istiyorum. [YG_EC_1]

Evet bu tarz projeleri kullanmayı düşünürüm. Çünkü benim çok hoşuma gidiyor ve bu konularda her bireyin illaki bir fikri vardır. O fikirleri öğrenmek isterim. Çok iyi çalışmalar ortaya çıkabilir. Bende öğrencilere bir problem durumu verip bunun üstesinden nasıl gelebileceklerine dair proje düşüncelerini, fikirlerini sunmalarını isterim. [YG_SJ_1]

Arduino Uno R3 mesela fen derslerinde fizik var ama mesela bu fizik değil de Arduino Uno R3'ü daha başka şeyler için de kullanabilirim. Çok fazla sensor var. Ben bunu sadece fizik için değil de kimya için de biyoloji için de kullanabilirim. [GG_K1_1]

Derslerimde kullanmayı tabiki isterim. Kazanımları göz önünde bulunduracak şekilde etkinlikler yapabiliriz. Gelecekte biz de derste uygularken öğrencilerin hoşuna gideceğini düşünüyorum. [YG_K2_1]

İleride bu tarz uygulamaları dersimde kullanmayı isterim. Bizimde derslerimizde yaptığımız gibi, dersimizin konusuyla alakalı bir problem durumunu verip onunla ilgili robotik de içinde olacak şekilde bir proje geliştirilmesi istene bilinir. STEM uygulamalarında yaptırılır. [YG_T_1]

Öğretmen olarak bu uygulamaları çocukların ve çevrelerinde herhangi bir ihtiyaç durumlarını bir problemi belirleyip bütün öğrendiğimiz sensörlere yönelik hangi sensör uygunsa öğrencilerimle problemlerine çözüm bulmak istiyorum. [YG_JC_2]

İleride öğrencilerimle bu uygulamaları yapmayı düşünüyorum. Bu devreler ile ileride öğrencilerime değişik projeler yaptırabileceğimi düşünüyorum. [YG_MC_2]

4.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdiği Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde sırasıyla akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projelerini üretmişlerdir. Grupların proje ürünleri araştırmacı tarafından Bilimsel Yaratıcılık Yapı Model'inin (Hu ve Adey, 2002) ürün tasarımı ve ürün geliştirme alt boyutlarına göre değerlendirilmiştir.

4.2.2.1. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdikleri Akıllı Sera Tasarımı Proje Ürününün Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ilk proje olarak akıllı sera tasarımı projesini tasarlamışlardır. Grupların projeleri Ek 9'da verilen rubriğe göre değerlendirilmiştir. Proje ürünlerinin tasarımı akıcılık, esneklik ve özgünlük kriterlerine

göre, ürün geliştirme ise üründe bulunan her bir fonksiyon (detaylandırma) ve özgünlük kriterlerine göre değerlendirilmiştir. El-Cezeri grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.5'te, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.40'ta; Steve Jobs grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.6'da, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.41'de; Kepler grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.7'de, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.42'de; Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.8'de, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.43'te; Josephine Cochrane grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.9'da, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.44'te; ve Marie Curie grubunun akıllı sera tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.10'da, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.45'te verilmiştir. Grupların akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık puanları ise Tablo 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.5. El-Cezeri grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.40

El-Cezeri Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akılcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Karanlıkta yanan lamba ve nem azaldığında sulama sistemi	2
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	0
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Elektronik devre kapalı	
	2. Üçgen tasarım	
	3. Naylon	21
	4. Toprak eşit bölmeli	
	5. Siyah zemin	
	6. Tasarım için renkli çubuklar	
	7. Lamba (aydınlatma)	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	3
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		28

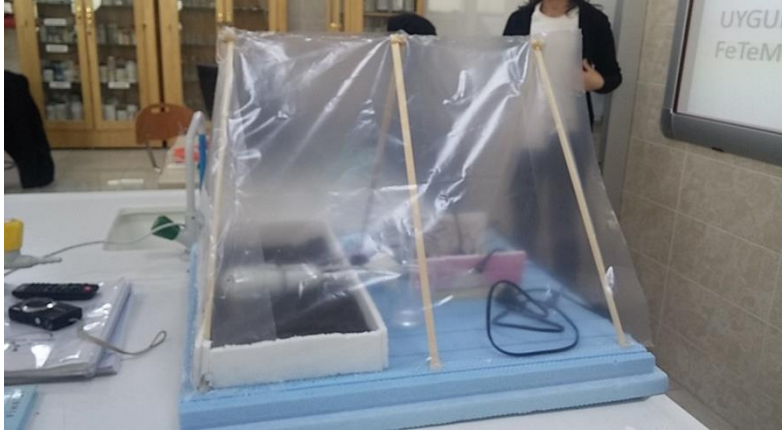


Şekil 4.6. Steve Jobs grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.41

Steve Jobs Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Karanlıkta ışık yakma ve nem azaldığında sulama	2
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	0
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Siyah zemin	
	2. Naylon	
	3. Toprak	
	4. Elektrik devresi içeride	
	5. Alt kare üst üçgen tasarım	
	6. Lamba (aydınlatma)	18
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	2
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		24



Şekil 4.7. Kepler grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.42

Kepler Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Hava karardığında LDR deki değere göre seranın içerisindeki ışıkları açan bir sistem, nem azaldığında toprağı sulama	2
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	0
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Elektronik devre kapalı	
	2. Üçgen tasarım	15
	3. Naylon	
	4. Toprak	
	5. Lamba (aydınlatma)	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	1
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		20



Şekil 4.8. Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.43

Tesla Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan Işık, nem ve sıcaklığı kontrol altında tutacak bir akıllı sera. Akıllı serada ışık şiddeti azaldığında ampulü devreye sokacak akıllı bir sistem ve nem azaldığında sulama sistemini devreye sokacak akıllı bir sistem, Sıcaklık düştüğünde sirenin devreye girmesi	3
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	3
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	2
	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
Ürün Geliştirme	1. Elektronik devre kapalı 2. Su deposu kapalı 3. Yuvarlak tasarım 4. Naylon 5. Toprak 6. Damlama sistemi 7. LED ler 8. Siyah zemin 9. Lamba (sıcaklık) 10. Kapı	30
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar 5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	5
	Toplam Puan	43



Şekil 4.9. Josephine Cochrane grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.44

Josephine Cochrane Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akılcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Işık ve nemini kontrol altında tutacak bir akıllı sera	2
	Karanlıkta ışık yanması, nem azaldığında sulama yapılması	
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
Ürün Geliştirme	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	0
	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Elektronik devre kapalı	
	2. Su deposu (alüminyum folyo ile kapalı)	
	3. Üçgen tasarım	
	4. Naylon	
	5. Toprak eşit bölmeli ve soğan ekili	
	6. Tasarım için pipetler	
	7. Lamba (aydınlatma)	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	3
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		28



Şekil 4.10. Marie Curie grubunun akıllı sera tasarımı projesi

Tablo 4.45

Marie Curie Grubunun Akıllı Sera Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	1
	Karanlıkta lambanın yanması	
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	1
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	0
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	15
	1. Üçgen tasarım	
	2. Naylon	
	3. Toprak	
	4. Siyah zemin	
	5. Lamba (aydınlatma)	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	2
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		19

Tablo 4.46

Grupların Akıllı Sera Tasarımı Projesi Yaratıcılık Puanları

Grup Adı	Akıllı Sera Tasarımı		Toplam
	Ürün Tasarımı	Ürün Geliştirme	
T	8	35	43
EC	4	24	28
JC	4	24	28
SJ	4	20	24
K	4	16	20
MC	2	17	19

Tablo 4.46'da görüldüğü gibi Tesla grubu yaratıcılık bakımından en yüksek puanı almıştır. Tesla grubunu El-Cezeri ve Josephine Cochrane grupları takip etmektedir. Tesla grubu daha fazla ve farklı çözüm önerisi getirdiği için ve daha detaylandığı için en yüksek puanı almıştır. El-Cezeri ve Josephine Cochrane grubunun tasarımları özgündü ve detaylandırılmıştı. Steve Jobs, Kepler ve Marie Curie grupları ürettikleri çözüm önerilerini uygulamada başarısız oldular. FBÖA'lar grup görüşmelerinde akıllı sera tasarımı projesini özgünlük bakımından değerlendirdiklerinde Tesla, Josephine Cochrane ve El-Cezeri gruplarının projelerini başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Tesla'nın projesi özgündü. [YG_JC_2]

Serada özgünlük olarak Tesla'nın projesi iyiydi. Sonra da Josephine Cochrane'in projesi iyiydi. [GG_MC_3]

Diğer gruplara göre üzerine farklı bir sensör kullanan yani sıcaklık sensörünü Tesla grubuydu ve projeleri de gayet güzel ve çalışır haldeydi. [YG_JC_1]

Özgünlüğü de vardı El Cezeri'nin. [YG_K1_2]

EC_3: Yaratıcı, özgün olması açısından Josephine Cochrane mi vardı? Alüminyumla kaplanmış bir depo gibi bir şey. O çok güzeldi bence.

EC_2: Evet o güzeldi, suyu topluyorlardı, yağmuru topluyorlardı. [GG_EC]

FBÖA'lar grup görüşmelerinde akıllı sera tasarımı projesini estetik bakımından değerlendirdiklerinde yine Tesla, Josephine Cochrane ve El-Cezeri gruplarının projelerini başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Tesla, Josephine Cochrane ve El-Cezeri gruplarının akıllı sera tasarımı proje görsellerine bakıldığında tasarıma özen gösterdikleri görülmektedir. Öğretmen adayları bu görüşlerini aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir:

Tesla grubu. Hem yaptıkları şeyler işlevseldi hem estetik açıdan en güzel onlarınkiydi. [GG_K1_3]

K2_2: İşte o lambanın orada olması mantıksızdı ama en derli toplu olanlar Josephine Cochrane ile El-Cezeri gruplarıydı.

K2_1: O iki grubunkisi göze hitap etmesi açısından daha iyiydi. Mesela Josephine Cochrane grubunun direk kutu içindeydi devreleri. O yüzden çok düzenli gözüküyordu. El-Cezeri'ninki de yanda ama üstüne bir şey örtmüşlerdi. Yine onların devreleri de kapalı gözüküyordu. Hani tasarım olarak falan hani topluluk açısından onlarınkiler daha hitap ediyordu, estetik duruyordu. [GG_K2]

Sonuç olarak, akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık ve tasarım bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.46'da verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı güzel bulunan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir.

Tablo 4.46'da görüldüğü gibi Marie Curie grubu yaratıcılık bakımından en düşük puanı almıştır. Marie Curie grubunu Kepler ve Steve Jobs grupları takip etmektedir. Marie Curie grubu bir tane çözüm üretmiştir ve bu çözüm özgün olmadığı için düşük puan almıştır. Aynı şekilde Steve Jobs ve Kepler grubu da özgün çözüm üretememişlerdir ve detaylandırma puanları düşüktür. Marie Curie grubu ve El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı akıllı sera tasarımı projesini özgünlük bakımından değerlendirdiklerinde Marie Curie, Kepler ve Steve Jobs gruplarının projelerini başarılı bulmadıklarını ifade etmişlerdir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise akıllı sera tasarımı projesinde hiçbir grubun projesinin özgün olmadığını ifade etmiştir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Keplerin projesi çalışmaması hariç iyiydi. Çalışmadı, biraz sıkıntı yaşadılar. Öteki iki grup Marie Curie'nin ve Steve Jobs'ın kötüydü. [YG_EC_2]

Serada Steve Jobs'ın projesi olmadı bizim ki olmadı. [GG_MC_3]

Akıllı seralar genel olarak birbirine benziyordu. Farklı bir sensör kullanan grup yoktu. Tasarımların özgün olmadığını düşünüyorum. En azından farklı bir düşünce yoktu. Herkes sulama sistemi, ışık, sıcaklık üzerine odaklanmışlardı. [YG_SJ_6]

Sonuç olarak, akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.46'da verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı bulunmayan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir.

4.2.2.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirdikleri Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürününün Yaratıcılık Özelliklerine İlişkin Bulgular

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde akıllı sera tasarımı projesine ek olarak akıllı şehir tasarımı projesini tasarlamışlardır. Grupların projeleri Ek 9'da verilen rubriğe göre değerlendirilmiştir. Proje ürünlerinin tasarımı akıcılık, esneklik ve özgünlük kriterlerine göre, ürün geliştirme ise üründe bulunan her bir fonksiyon (detaylandırma) ve özgünlük kriterlerine göre değerlendirilmiştir. El-Cezeri grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.11'de, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.47'de;

Steve Jobs grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.12’de, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.48’de; Kepler 1 grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.13’te, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.49’da; Kepler 2 grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.14’te, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.50’de; Tesla grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.15’te, araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.51’de; Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.16’da araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.52’de; ve Marie Curie grubunun akıllı şehir tasarımı projesine ait görsel Şekil 4.17’de araştırmacının proje değerlendirme rubriği Tablo 4.53’te verilmiştir. Grupların akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık puanları ise Tablo 4.54’te verilmiştir.



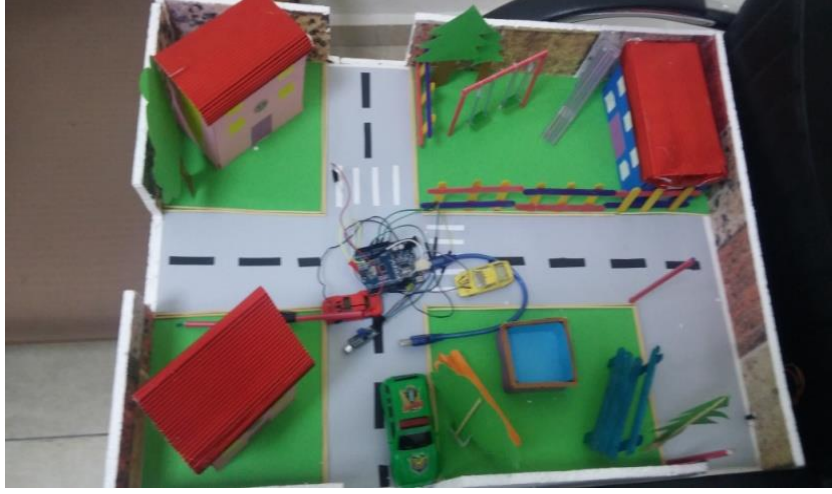


Şekil 4.11. El-Cezeri grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.47

El-Cezeri Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

	Puan
Ürün Tasarımı	
Akılcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
Işığa yönelen güneş fırını	2
Güneşe yönelen güneş paneli	
Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	4
Ürün Geliştirme	
Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
1. LDR ışığa yönelme	
2. Servo yönelme	
3. Alüminyum folyo	
4. Siyah zemin	24
5. Tasarım için renkli çubuklar kartonlar	
6. Strafor ev	
7. Güneş fırını	
8. Elektronik aksam	
Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	4
5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan	36



Şekil 4.12. Steve Jobs grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.48

Steve Jobs Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akılcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan Sokakta karanlıkta yanan lamba ve engel algılayıcı, ambulans gelince ses sensörü ile diğer arabalara mavi ışık yanması, titreşim olduğunda artçı depremler olduğunda alarm veren bir sistem	3
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	3
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	2
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Binalar 2. Yol 3. Lambalar-LDR 4. Ambulans-ses sensörü 5. Tasarım için kullanılan tahta çubuklar 6. Elektronik aksam 7. Alarm-tilt sensörü 8. Park	24
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan 1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar 5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	5
Toplam Puan		37



Şekil 4.13. Kepler 1 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.49

Kepler 1 Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Rüzgar paneline kuşların çarpmaması için mesafe sensörü ile kuşları sesli uyaran bir sistem	1
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	1
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	2
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. rüzgar paneli	
	2. mesafe sensörü ve kuşun duracağı tahta çubuk	12
	3. ağaç	
	4. elektronik aksam	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	3
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		19

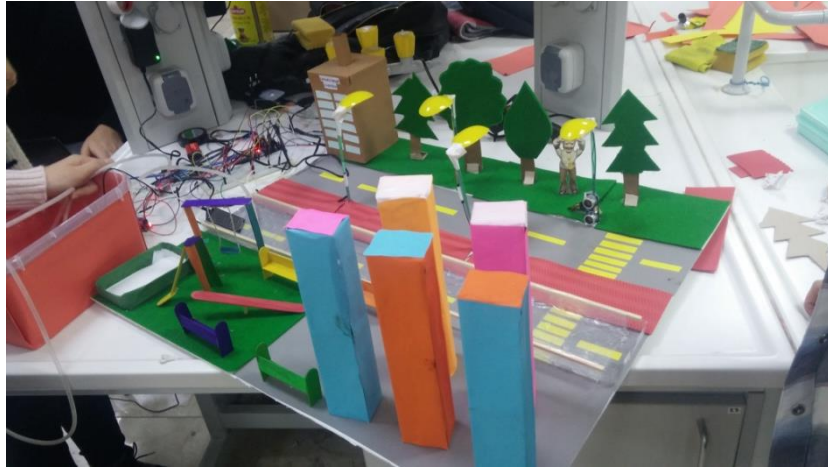


Şekil 4.14. Kepler 2 grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.50

Kepler 2 Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Sobadan CO gazı algılanınca siren çalması ve evin dışında led yanması, alev sensörü ile yangın olduğunda alevin algılanması ve su motoru ile yangının söndürülmeye çalışılması.	3
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	3
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	6
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Ev 2. Soba 3. Su deposu 4. Elektronik aksam 5. Çatıda led 6. Yol 7. Orman 8. Fıskiye (suyun eşit gitmesi için) 9. Binalar 10. Su motoru sulama	30
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar 5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	5
Toplam Puan		47



Şekil 4.15. Tesla grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.51

Tesla Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Yağmur suyu sulama, araba geldiğinde lambaların yanması	2
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	2
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Park	
	2. Yol	
	3. Yağmur suyu	
	4. Ağaç	
	5. Binalar	
	6. Lamba (LED)	36
	7. Araba	
	8. Elektronik aksam	
	9. Su seviyesi	
	10. Su motoru ile sulama	
	11. İnsan	
	12. Görsel olarak ışıkları saklamak için kaşık, tahta çubuklar kullanılmış	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	4
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		46

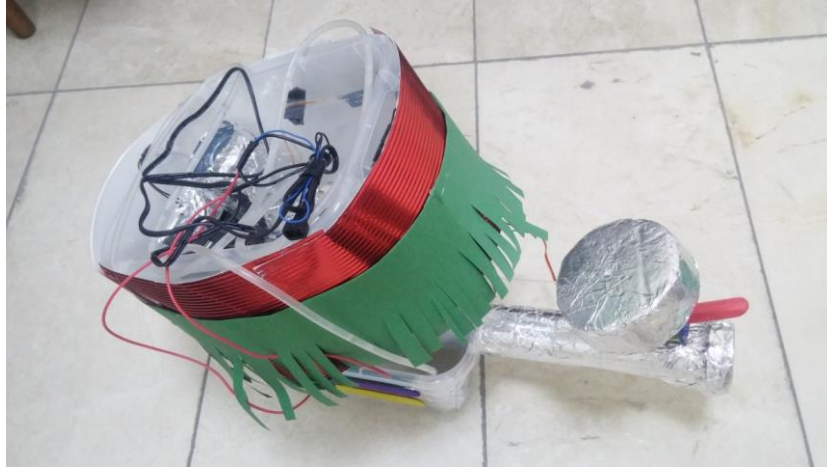


Şekil 4.16. Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.52

Josephine Cochrane Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Engelsiz lamba	
	Kaza önlemek için ses	
	Kaza önlemek için ışık	3
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	3
Ürün Geliştirme	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	6
	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan (Detaylandırma)	
	1. Binalar	
	2. Ağaçlar	
	3. Yol	
	4. Park	
	5. Engelli birey	
	6. Peyzaj-çiçekler	
	7. Duvar	
	8. Elektronik aksam	
	9. Çukur	
	10. Engelli aracı güneş panelli	
	11. İnsanlar	
	12. Yaya geçidi	
	13. Trafik lambası güneş panelli-LED	
	14. Trafik lambası buzzer sistemi-farklı ses tonu (yürüyen ses daha önce yürüyen ışık yapmışlardı)	
	15. lamba LDR	
	16. çit	
	17. çukurun orada mesafe sensörü	51
Toplam Puan	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	5
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		68



Şekil 4.17. Marie Curie grubunun akıllı şehir tasarımı projesi

Tablo 4.53

Marie Curie Grubunun Akıllı Şehir Tasarımı Projesinin Yaratıcılık Bakımından Değerlendirilmesi

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Fazla yağmur suyunu battı çıktılarından pompalamak ve bu su ile sulama yapmak	2
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	2
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	4
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan	
	1. Battı çıktı	
	2. Logar	
	3. Servo motorla logar açılıyor açıyor	
	4. İp logarı çekmek için	
	5. yağmur sensörü seviye belirleme	
	6. su motoru su pompalama amaçlı	
	7. plastik pet şişe yukarıdaki suyun logarın açılarak aşağıya gittiği kısım	
	8. tasarım için fon kartonlar	
	9. elektronik aksam	
	10. su borusu	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan	
	1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar	5
	5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		43

Tablo 4.54

Grupların Akıllı Şehir Tasarımı Projesi Yaratıcılık Puanları

Grup Adı	Akıllı Şehir Tasarımı		
	Ürün Tasarımı	Ürün Geliştirme	Toplam
JC	12	56	68
K2	12	35	47
T	6	40	46
MC	8	35	43
SJ	8	29	37
EC	8	28	36
K1	4	15	19

Tablo 4.54'te görüldüğü gibi Josephine Cochrane grubu yaratıcılık bakımından en yüksek puanı almıştır. Josephine Cochrane grubunu Kepler 2, Tesla ve Marie Curie grupları takip etmektedir. Josephine Cochrane grubu daha fazla ve özgün çözüm ürettikleri için, tasarımları özgün olduğu için ve proje detaylandırması iyi olduğu için en yüksek puanı almıştır. Kepler 2 grubu da daha fazla ve özgün çözüm üretmişlerdir. Kepler 2 grubunun tasarımı da özgündür. Ayrıca, FBÖA'lar grup görüşmelerinde akıllı şehir tasarımı projesini özgünlük bakımından değerlendirdiklerinde Josephine Cochrane ve Kepler 2 gruplarının projelerini başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Kendi projemiz haricinde düşünecek olursam JC grubunun projesini çok anlamlı ve özgün buldum. Eğer böyle proje gerçekleşecek olsaydı engelli vatandaşlarımız için çok faydalı olurdu diye düşünüyorum. [YG_K1_3]

Akıllı Şehirler Tasarlayalım etkinliğinde tüm grupların projeleri genel olarak özgündü ve herkesin genel olarak emek harcadığı belliydi. Ben en çok engelsiz şehir projesini beğendim (JC) çünkü en özgün projeydi. [YG_T_1]

Gruplar tarafından yapılan projeler çok güzeldi ve hepsi faydalı olabilecek projelerdi. Bence görme engelliler için yapılan sesli trafik lambası projesi özgündü (JC). [YG_EC_1]

FBÖA'lar grup görüşmelerinde akıllı şehir tasarımı projesini tasarım bakımından değerlendirdiklerinde Josephine Cochrane ve Kepler 2 gruplarının projelerini başarılı bulduklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Josephine Cochrane grubunun gerek tasarım gerekse çalışma prensibi olarak kısa zamanda iyi iş çıkardıklarını düşünüyorum. [YG_T_4]

Bence o karbon monoksit sensörü kullanılan proje Kepler 2'nin projesi güzeldi tasarım bakımından. [GG_JC_4]

Sonuç olarak, akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.54'te verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı güzel bulunan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir.

Tablo 4.54'te görüldüğü gibi Kepler 1 grubu yaratıcılık bakımından en düşük puanı almıştır. Kepler 1 grubunu El-Cezeri ve Steve Jobs grupları takip etmektedir. Kepler 1 grubu en az ve diğer gruplara göre özgün olmayan çözüm üretmiştir. Kepler 1 grubu kuşların rüzgâr paneline çarpıp çarpmaması sağlayacak bir tasarım yapmak istemiştir fakat mesafe sensörünü (kuşu algılayıp siren çalmasını sağlayacak) pervanenin civarına yerleştirmemiştir. Kepler 1 grubunun çözüm önerisi akıllı şehir için uygun bulunmamaktadır ve grup çözüm önerisini tasarımlarında gösterememiştir. Grup proje detaylandırmasından da düşük puan almıştır. Josephine Cochrane grubu akıllı şehir tasarımı projesini özgünlük bakımından değerlendirdiklerinde El-Cezeri grubunun projesini başarılı bulmadıklarını ifade etmişlerdir. Josephine Cochrane grubu akıllı şehir tasarımı projesini tasarımı bakımından değerlendirdiklerinde ise Kepler 1 grubunun projesini başarılı bulmadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları bu görüşlerini şöyle betimlemişlerdir:

Ben açıkçası El-Cezeri grubununki gibi öyle bir projeyi görmüştüm. Özgün bir proje olduğunu düşünmüyorum. [GG_JC_2]

Kepler 1 grubunun projesinde çok hata vardı mesela, sensör konulacağı yere değil de başka yere konulmuştu. [GG_JC_4]

Sonuç olarak, akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık ve tasarım bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.54'te verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı iyi bulunmayan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir.

4.2.2.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Akıllı Sera Tasarımı ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Özellikleri Bakımından Grupların Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde hazırladıkları akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projelerine ait puanları Tablo 4.55'te verilmiştir. Grupların akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı projelerine ilişkin betimsel analiz sonuçları da Tablo 4.56'da sunulmuştur.

Tablo 4.55

Grupların Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Puanları

Grup Adı	Akıllı Sera Tasarımı	Akıllı Şehir Tasarımı
JC	28	68
K2*	20	47
T	43	46
MC	19	43
SJ	24	37
EC	28	36
K1*	20	19

Not: Kepler grubu akıllı sera tasarımı projesinden sonra Kepler 1 ve Kepler 2 grubu olarak ikiye ayrılmıştır.

Tablo 4.56

*Grupların Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Tasarımı Proje Ürünlerinin Yaratıcılık Puanlarına**İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

Proje Adı	N	$\bar{X}$	s
Akıllı sera tasarımı	6	27	8,7
Akıllı şehir tasarımı	7	43	14,6

Tablo 4.56 incelendiğinde Steve Jobs, Kepler ve Marie Curie gruplarının akıllı sera tasarımı projesi puanlarının en düşük olduğu ve sınıf ortalamasının altında olduğu görülmektedir. El-Cezeri, Josephine Cochrane ve Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesi puanlarının ise sınıf ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir. Hatta Tesla grubunun puanı sınıf ortalamasının 1.8 standart sapma üstündedir. Ayrıca, Tablo 4.55'e bakıldığında Steve Jobs, El-Cezeri ve Kepler 1 gruplarının akıllı şehir tasarımı projesi puanlarının en düşük olduğu ve sınıf ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Marie Curie grubunun akıllı şehir tasarımı proje puanı ise sınıf ortalaması ile aynıdır. Tesla, Kepler 2 ve Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı proje puanları ise sınıf ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir. Hatta Josephine Cochrane grubunun puanı sınıf ortalamasının 1.7 standart sapma üstündedir. Ek olarak, akıllı sera tasarımı projesinde Tesla grubunun ürünü diğer gruplara göre daha yaratıcı bulunmuştur. FBÖA'lar da grup görüşmelerinde Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesini yaratıcı bulduklarını ifade etmişlerdir. Tesla grubunun akıllı sera tasarımı projesi en yaratıcı iken akıllı şehir tasarımı projesinde aynı sonucu elde edememiştir. Sonuç olarak, akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde FBÖA'ların görüşleri ile araştırmacının puanlaması örtüşmektedir. Akıllı şehir tasarımı projesinde ise Josephine Cochrane grubunun ürünü diğer gruplara göre daha yaratıcı bulunmuştur. Josephine Cochrane grubunun akıllı sera tasarımı projesi en

yaratıcı değil iken akıllı şehir tasarımı projesi en yaratıcı proje olmuştur. FBÖA'lar da grup görüşmelerinde Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesini yaratıcı bulduklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde akıllı sera tasarımı projesinde olduğu gibi FBÖA'ların görüşleri ile araştırmacının puanlaması örtüşmektedir.

Sonuç olarak, Kepler 1 grubu dışındaki grupların proje ürünleri ve proje ürünleri puanları incelendiğinde FBÖA'ların yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiği görülmektedir. Bütün gruplar akıllı şehir tasarımı projesinde akıllı sera projesi tasarımına göre daha özgün ve çeşitli (akıcılık özelliği) çözüm önerileri üretmeye odaklanmışlardır.

4.2.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaratıcılık Becerilerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Bu bölümde FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaratıcılık becerileri ile ilgili bulguları bilimsel yaratıcılık ön testi (BY ÖT) ve son testi (BY ST), akıllı sera tasarımı (AST) ve akıllı şehir tasarımı (AŞT) proje ürünü değerlendirme (PÜD) puanları karşılaştırılarak verilmiştir. Bu bulgular FBÖA'ların grup görüşmelerinden ve yansıtıcı günlüklerinden elde edilen bulgularla desteklenmiştir. Ayrıca, FBÖA'ların Arduino Uno R3 ile ilgili bilgilerinin yaptıkları projeleri etkileyebileceğinden FBÖA'ların Arduino bilgi testinden aldıkları puanlar da göz önünde bulundurularak bulgular karşılaştırılmıştır. Tablo 4.57'de ve Tablo 4.58'de FBÖA'ların BY testlerine ve Arduino bilgi testine ilişkin betimsel analiz sonuçları FBÖA'ların puanlarının sınıf ortalamasına göre yorumlanması için verilmiştir. FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık ön testi ve son testi puanları, akıllı sera tasarımı ve akıllı şehir tasarımı proje ürünleri puanları ve Arduino bilgi testi puanları ise Tablo 4.59'da sunulmuştur.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların uygulamadan önceki ve sonraki bilimsel yaratıcılık becerilerine ilişkin bulgular bölümündeki Tablo 4.2'de verilen ilişkili örneklem t testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki bilimsel yaratıcılık ortalaması ($\bar{X}=78,90$, $s=16,84$) uygulamadan önceki bilimsel yaratıcılık ortalamasından ($\bar{X}=69,66$, $s=19,63$) anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28) = 3,44$; $p<,05$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 0,6 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değer orta

büyüklikte etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4.59 incelendiğinde BY puanı artan bireyler (f=22) çoğunlukta olmakla birlikte düşen bireyler de (f=7) bulunmaktadır. Sınıf geneline bakıldığında FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşünme becerilerinin orta düzeyde anlamlı olarak arttığı görülmektedir.

Tablo 4.57

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Ön-Test Son-Test Ölçümlerinin Betimsel Analiz Sonuçları

	N	$\bar{X}$	s
BY Ön-test	29	69,66	19,63
BY Son-test	29	78,90	16,84

Tablo 4.58

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Arduino Bilgi Testinin Betimsel Analiz Sonuçları

	N	$\bar{X}$	s
Arduino Bilgi Testi	29	71,28	18,25

Tablo 4.59

FBÖA'ların Bilimsel Yaratıcılık Ön-teste ve Son-Teste, Akıllı Sera ve Akıllı Şehir Projelerine ve Arduino Bilgi Testine Ait Puanları

Grup Adı	Katılımcı	BY ÖT	BY ST	AKILLI SERA PÜD	AKILLI ŞEHİR PÜD	Arduino Bilgi Testi Puanı
EC	1	77	74	28	36	88
	2	68	86			90
	3	89	92			64
	4	43	60			50
	5	38	55			44
	Ortalama	63,00	73,40			67,20
SJ	1	60	53	24	37	93
	2	90	96			69
	3	118	100			80
	4	76	72			40
	5	80	76			78
	6	50	55			45
Kepler 1	Ortalama	79,00	75,30	20	19	67,50
	1	75	76			48
	2	52	59			49
	3	43	52			44
Kepler 2	Ortalama	56,70	62,30	20	47	47,00
	1	56	78			87
	2	82	67			89
T	Ortalama	69,00	72,50	43	46	88,00
	1	85	112			54
	2	87	89			88
	3	66	91			98
	4	58	97			77
	5	72	103			83
	6	51,00	81,00			83,00
JC	Ortalama	69,80	95,50	28	68	80,50
	1	50	57			75
	2	85	86			94
	3	96	99			61
	4	62	74			87
MC	Ortalama	73,30	79,00	19	43	79,30
	1	98	89			82
	2	69	88			71
	3	44	71			56
Sınıf	Ortalama	70,30	82,70	27,50	42,40	69,70
	Ortalama	69,60	78,90			71,30

Tablo 4.59 incelendiğinde El-Cezeri grubunun ortalama BY puanının artış gösterdiği fakat BY ÖT ve BY ST ortalama puanlarının sınıf ortalamasından düşük olduğu görülmektedir. El-Cezeri grubundan EC_1'in BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.3 standart sapma düşüktür. EC_4'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.1 standart sapma düşüktür. EC_5'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.6 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma düşüktür. EC_4'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma düşük ve EC_5'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.5 standart sapma düşük iken EC_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma yüksektir. Araştırmacı günlüklerinden ortaya çıkan görüşlere göre EC_4 ve EC_5 çalışmalarında diğer grup arkadaşlarına göre isteksizdirler ve çalışmalara daha az katkıda bulunmuşlardır. El-Cezeri grubunun AŞT proje puanı 28 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. El-Cezeri grubunun AŞT proje puanı 36 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. El-Cezeri grubu AST projesinde sınıf ortalamasına yakın iken AŞT projesinde sınıf ortalamasından düşüktür. Ayrıca, El-Cezeri grubu AST ve AŞT projelerini tasarlarken gruba grup içinde BY ÖT puanı sınıf ortalamasından yüksek olan EC_1 ve EC_3 liderlik etmiştir. Sonuç olarak, EC_4 ve EC_5 grup çalışmalarını etkilemişlerdir ve grubun ortalama puanlarını düşürmektedirler.

Tablo 4.59 incelendiğinde El-Cezeri grubundan EC_1'in BY puanının düştüğü, artış gösterenlerin de büyük bir artış göstermediği görülmektedir. Fakat, EC_2 hariç El-Cezeri grubundaki diğer öğretmen adayları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin çözüm üretebilmede, fikirler ortaya çıkarabilmede, yaratıcı düşünme anlamında kendilerine katkısı olduğunu düşünmektedirler. EC_2 ise yaratıcı düşünme konusunda gelişmediğini zaten yaratıcı düşünebildiğini dile getirmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Bu eğitimin katkısı daha çok çözüm önerisi sunmaya başladım. [GG_EC_1]

Bence aynısıyım hala. Sıfırdan bir problemi çözmekte hala sıkıntı olabilmekte. Ama bir problemle karşılaştığımda o probleme çeşitli çözüm üretmede yine hala yeterli olduğumu düşünüyorum. [GG_EC_2]

Yani benim de en başında bahsettiğim gibi hani günlük hayatta nasıl çalıştığını merak ettiğim şeyleri daha ayrıntılı görebilmemi sağlıyor. Hani daha yaratıcı düşünebiliyorum diyebilirim bu konuda. [GG_EC_3]

Ben normalde hiç yaratıcı bir insan değilimdir. Yani düşünmem, edemem, hiç aklıma gelmez de yani bu sayede illa ki fikir yürütebiliyorum yani. O yüzden katkı sağladı. Ben bile kendime hayret ediyorum, bunu nasıl böyle düşündüm falan diye. [GG_EC_4]

Sorunları düşününce farklı düşünmeye başladık yani yaratıcı düşünmeye başladık. Yani günlük hayatla ilişkili olması iyi oldu yani. İlk serada çok fazla bir fikir ortaya atamadım yani düşünemedim. Ama o seradan sonra işte örnekleri gördükten sonra düşünmeye başladım. Yani katkısı oldu. [GG_EC_5]

FBÖA'ların Arduino Uno R3 ile günlük yaşam problemi çözme yeterliği hakkındaki görüşleri Şekil 4.1'de verilmiştir. EC_4 kendini Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında yetersiz görmektedir, EC_5 ise kısmen yeterli hissetmektedir. EC_4 ve EC_5'in Arduino bilgi testi puanı, Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki görüşleri birbirini desteklemektedir. Arduino bilgi testinden düşük puan alan EC_4 kendini yetersiz hissettiğini belirtmiştir. EC_5 de Arduino bilgi testinden düşük almıştır ve kendini orta derecede yeterli gördüğünü söylemiştir. FBÖA'lar düşüncelerini şu sözleriyle ifade etmişlerdir:

Hocam kendimi ben Arduino Uno R3'ü kullanma konusunda o kadar yeterli görmüyorum açıkçası, doğruyu söylemek gerekirse. [GG_EC_4]

Hayır yeterli hissetmiyorum. [YG_EC_4]

Orta derecede kendimi yeteri görüyorum. Aldığım eğitimle günlük hayattaki problemlere ilişkin çözümler yeteri kadar düşündükten sonra bir fikir üretebilirim ama belli bir zaman düşünmem gerekir hemen aklıma ilişkilendirilme konusunda bir fikir gelmez. [GG_YG_5]

El-Cezeri grubu grup çalışmalarında bazen iyi bir görev paylaşımı yapabilirken bazen sıkıntılar yaşamışlardır. Araştırmacı günlüğünde özellikle eğitimin sonuna doğru EC_1, EC_2 ve EC_3, EC_4'ün ve EC_5'in grup çalışmasında daha az görev aldığını belirttiği ifade edilmiştir. EC_3 ve EC_5 akıllı sera tasarımı projesi için grup çalışmasında sıkıntıları olduğunu ifade ederken EC_1, EC_3 ve EC_5 akıllı şehir tasarımı projesinde işbirliği içinde çalışıldığını söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Grup çalışmasında maalesef biraz sıkıntılarımız oldu. Ama bu sıkıntıları düşünmezsek grup çalışması iyiydi. Üçümüz maket yapımı ile ilgilenirken diğer iki grup arkadaşımız ise kodlamaları yapıp devreyi kurdular. [YG_EC_5]

Grup içinde iş bölümü yaparken sıkıntı yaşadık. [YG_EC_3]

Bence güzel bir grup çalışması oldu servo motor ile dönebilen güneş fırını tasarladık ve yaptık. Grupta iş bölümü yapıldı ve herkes görev aldı. Herhangi bir sorun yaşamadık. [YG_EC_1]

Grup olarak herkese görev dağılımı yaparak hep birlikte çalıştık. [YG_EC_3]

Grup çalışması hakkında gerekli işbirliği sağlandı herkes bir görev aldı. [YG_EC_5]

El-Cezeri grubunun BY ÖT puanları incelendiğinde ise grubun ortalama puanının sınıf ortalamasından düşük olduğu görülmektedir. El-Cezeri grubu grup çalışmasında çok fazla sorun yaşamamıştır fakat puanı düşük olan arkadaşlarını çalışmalara işbirliği yaparak dahil etmede başarılı olamamışlardır. Ayrıca, EC_4'ün ve EC_5'in BY puanlarının ve Arduino bilgi testi puanlarının sınıf ortalamasından düşük olmasından dolayı grup çalışmalarına en az katkıda bulunmuşlardır denilebilir.

Steve Jobs grubunun ortalama BY puanının düşüş gösterdiği, BY ÖT puanlarının ortalaması sınıf ortalamasından yüksek ve BY ST puanlarının ortalaması ise sınıf ortalamasından düşük

olduğu görülmektedir. SJ_2'nin BY puanlarında bir artış görülmektedir. SJ_3'ün BY puanında düşüş olmuştur fakat SJ_3'ün puanları sınıf ortalamasından yüksektir. SJ_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.5 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.5 standart sapma daha düşüktür. SJ_4'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.2 standart sapma yüksek iken, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.4 standart sapma daha düşüktür. SJ_5'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.5 standart sapma yüksek iken, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.2 standart sapma düşüktür. SJ_6'nın BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.0 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma daha düşüktür. Steve Jobs grubundan SJ_1'in, SJ_4 'ün, SJ_5'in ve SJ_6'nın BY puanları sınıf ortalamasından düşüktür. Ayrıca, SJ_4'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.7 standart sapma düşüktür ve SJ_6'nın Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.5 standart sapma düşüktür. SJ_2'nin ise Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 0.1 standart sapma düşüktür. Araştırmacı, günlüğünde Steve Jobs grubunda grup çalışmalarında sorunlar olduğunu ve SJ_4'ün ve SJ_6'nın grup çalışmalarına pek katılmadıklarını, diğer grup arkadaşlarına göre isteksiz olduğunu belirtmiştir. SJ_1'in ve SJ_5'in BY puanları sınıf ortalamasından düşük iken SJ_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma, SJ_5'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 0.4 standart sapma yüksektir. Steve Jobs grubuna grup içinde BY ÖT ve Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek olan SJ_3 ve SJ_5 liderlik etmiştir ve SJ_2 de aktif bir şekilde çalışmalara katılmıştır. Ayrıca, Steve Jobs grubunun AST proje puanı 24 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Steve Jobs grubunun AŞT proje puanı 37 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Steve Jobs grubu AST ve AŞT projelerinde sınıf ortalamasından düşük puan almıştır.

Tablo 4.59 incelendiğinde Steve Jobs grubundan SJ_1'in, SJ_3'ün, SJ_4'ün ve SJ_5'in BY puanlarının düştüğü, artış gösterenlerin de büyük bir artış göstermediği görülmektedir. Fakat, SJ_1 haricindeki Steve Jobs grubundaki diğer öğretmen adayları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaratıcı düşünme ve özgün fikirler üretebilme konusunda gelişim gösterdiklerini belirtmişlerdir. SJ_5 yaratıcı düşünme konusunda çok fazla gelişmediğini fakat eğitimin yaratıcı düşünmesinde etkili olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca, SJ_2 proje geliştirirken yaratıcı düşünme konusunda zorlandığını açıklamıştır. Öğretmen adayları görüşlerini şu şekilde ifade etmişlerdir:

Yaratıcılığı ve özgün fikirler ortaya çıkarması açısından çok faydalıydı. [YG_SJ_2]

Yaratıcı düşünmede, yine tabi fikirler falan ürettik özellikle akıllı şehir tasarımı. O bakımdan etkili oldu bana da. Bu eğitimin katkısı kesinlikle oldu. [GG_SJ_2]

Yaratıcılığı ve özgün fikirler ortaya çıkarması açısından çok faydalı olduğundan güçlü bir yönüdür. [YG_SJ_2]

Nasıl bir proje geliştirebileceğimiz üzerinde detaylı ve yaratıcı düşünmekte zorlandım. [YG_SJ_2]

Fikir üretmede ben iyi olduğumu düşünebiliyorum. Çünkü birçok şeyi karşımıza geldi, ha onu değil de bunu yapalım, mesela biz üç tane sensor kullandık ama daha farklı şeyler de düşünmüştük. [GG_SJ_3]

Yaratıcı fikir demek, yani bir problem bulunduktan sonra, hani örnek çözüldükten sonra, fikir üretme konusunda bir şeyler yapabileceğini düşünüyorum herkesin. [GG_SJ_4]

Tamam kodlamada kendimi yeterli bulabilirim ama bu yaratıcı düşünme dediğin, yani her kişi neler neler düşünüyorken, yani bu eğitimin sonunda yaratıcı düşünmem aşırı gelişti, diyemem ama etkiledi mi tabii ki de etkiledi. [GG_SJ_5]

Yaratıcı düşünmemi ve kişisel olarak gelişmemi sağladı tamamen. [GG_SJ_6]

Steve Jobs grubundan SJ_1'in, SJ_4'ün ve SJ_6'nın BY puanları düşük iken, SJ_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma yüksektir, SJ_4'ün ve SJ_6'nın ise Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından düşük puan alan SJ_6 Arduino Uno R3 kullanımında ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında kendini yetersiz görmektedir. Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından düşük puan alan SJ_4 Arduino Uno R3 kullanımında eksiklerinin olduğunu söylemiştir ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında kendini yeterli görmektedir. Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından yüksek puan alan SJ_1 Arduino Uno R3 kullanımında ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında kendini yeterli görmektedir. SJ_1, SJ_4 ve SJ_6 görüşlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

Evet yeterli hissediyorum. Çünkü bu derste öğrendiklerimi günlük hayatta bir sorun falan gördüğümde Arduino Uno R3 ile buna şöyle çözüm üretebiliriz gibisinden düşünmeye başladım ve aklıma güzel fikirler gelmeye başladı. [YG_SJ_1]

Kodlamayla ilgili eksikliğim var. Devre değil de hocam yani. Kodlama biraz pek yapamıyorum açıkçası. Karıştırıyorum daha doğrusu. Hani bu A0 olsun falan öyle şeyler vardı ya onları karıştırıyorum biraz. [GG_SJ_4]

Doğal afet konusunu kapsayan, güncel trafik akışını kapsayan birçok sensörü kapsayan bir entegre ettik. Kendimizi bu projenin güncel hayata çözüm üretmede tamamen yeterli görüyorum. [YG_SJ_4]

Ben devre kurmada yetersiz olduğumu düşünüyorum. [GG_SJ_6]

Günlük yaşamda sorun çok dediğim gibi ama fikir üretip soyut olarak evet Arduino Uno R3 ile birleştiriyorum ama bunu devre kurmaya kodlamaya geldiğinde başarılı olamayacağımı düşünüyorum. Çünkü her aşamada yoktum. Bir arkadaşım devre kurarken ben tasarım yaptım. Her aşamada birebir bulunmazsan anlayamazsan sonra o iş zor oluyor. [GG_SJ_6]

SJ_1'in ve SJ_6'nın Arduino bilgi testi puanı, Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki görüşleri birbirini desteklemektedir. SJ_4'ün ise Arduino bilgi testi puanı ve Arduino Uno R3 kullanımı hakkındaki görüşü birbirini desteklemektedir. SJ_4'ün ve SJ_6'nın Arduino Uno R3

kullanımında sıkıntıları olduğu ve grup çalışmalarına olumsuz yansıdığı düşünülmektedir. SJ_1 ise grup çalışmalarına aktif bir şekilde katılıp katkıda bulunmuştur.

Steve Jobs grubuna liderlik eden öğretmen adayından biri olan SJ_5 Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından 0.4 standart sapma yüksek puan almıştır. SJ_5 Arduino Uno R3 kullanımında ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında kendini yeterli görmektedir. SJ_5 kendini yeterli gördüğünü şu ifadeleriyle belirtmiştir:

Yani proje sürecince hani emek verdiğimi ve bu emeğin karşılıksız kalmadığını düşünüyorum. Devre kurma olsun, kodlama olsun, Fritzing olsun, hepsinde görev aldım ve hepsini yapabileceğimi düşünüyorum. Yani bunu hem anlayabilirim hem de anlatabilecek şu anda seviyede olduğumu düşünüyorum. [GG_SJ_5]

Steve Jobs grubu AST projesinde grup çalışmalarının sıkıntılı olduğunu, AŞT projesinde ise görev paylaşımını yapabildiklerini ve birbirlerine karşı daha anlayışlı olduklarını belirtmişlerdir. Fakat, grup çalışmasını istemeyen ve olumsuz bulan öğretmen adayları da bulunmaktadır. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre Steve Jobs grubu grup çalışmasında çok fazla sıkıntılar yaşamıştır. Bu durum grup çalışmalarını olumsuz bir şekilde etkilemiştir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

SJ_1: Ben yeterli olduğumu düşünüyorum kendi grup çalışmamız adına.

SJ_3: Hocam ben de aynı, takımda iyi olduğumu düşünüyorum. Çünkü hani ben daha çok hani ne görev verilirse onu yapma şeyindeyim.

SJ_2: Hocam, Akıllı Sera'da ben hani o kadar etkili değildim. Ama mesela Akıllı Şehir için hani şey elimden geleni yapmaya çalıştığımı düşünüyorum. Diğer arkadaşlarla da birlikte hani Akıllı Sera'ya göre çok daha iyiydi benim için takım çalışması olarak ve hani insanları gözlemlemek ve onları anlamak açısından da önemli buluyorum bu Arduino Uno R3'ün de böyle bir katkısı oldu. [GG_SJ]

Sera tasarımına göre daha iyi ve insanlar biraz daha anlayışlı olmakla beraber proje de yeni fikirlerin ortaya daha fazla çıkarılması açısından önceki çalışmaya göre daha iyiydi. [YG_SJ_2]

Görev paylaşımına özen gösterdik akıllı şehirde. [YG_SJ_5]

Kişi sayımız fazla olduğundan tam olarak hep birlikte bir çalışma gerçekleştiremedik. Ama bu projede güzelce sistemli bir şekilde görev dağılımı yapıp projemizi erken bitirdik. Bazı aksaklıklar olsa da sonuca ulaşabildik. Tabi ki daha güzel olabilirdi. [YG_SJ_1]

Grup çalışması pek iyi değildi. Grubumuzda iyi bir işbirliği içerisinde çalışmadık. Çünkü bazı kişiler görevlerini yerine getirirken bazı arkadaşlar umursamıyor bile. Pek bir araya gelemedik. Kimsenin zamanı uymadı. Bazı arkadaşlar grup çalışması olduğu halde eşit görev dağılımı olmadı. [YG_SJ_1]

Grup çalışmamız iyiydi. Ancak temel olarak yapılan gruplar yakın arkadaşlar olmadığından sorunlar çıktı. Bence burada hata oldu. [YG_SJ_4]

Grup çalışması işbirlikli olarak öğrenmeyi sağlasa da grupta bir kişinin çalışmaması diğer insanları demotive etmektedir. Gruptaki anlaşmazlıklar projenin ilerleyişini de sekteye uğrattı. Grup çalışması iyi bir şey ama sorumluluk bilinci gelişmiş bireylerle birlikte olduğunda. [YG_SJ_5]

Grup çalışmasını ben oldum olası istemedim. İçinde olduğum için adapte olmaya çalıştım elimden geldiğince. Yaptığımı da düşünüyorum. [YG_SJ_6]

Sonuç olarak, SJ_4'ün ve SJ_6'nın hem BY puanı hem de Arduino bilgi testi puanı düşük olduğundan grup çalışmalarına daha az katkıda bulunduğu söylenebilir. SJ_1'in ve SJ_5'in

BY ST puanları sınıf ortalamasından düşük fakat Arduino bilgi testi puanları yüksek olduğu için grup çalışmalarına katkıda bulundukları fakat SJ_2'nin ve SJ_3'ün hem BY ST puanları hem de Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksek olduğundan grup çalışmalarına en fazla katkıda bulundukları sonucuna varılabilir. Steve Jobs grubunun özellikle SJ_1, SJ_3 ve SJ_5'in BY ST puanları düşmüştür. Ayrıca, Steve Jobs grubu grup içinde sorunlar yaşamıştır. Grubun BY ve Arduino bilgi testi puanlarının sınıf ortalamasına göre düşüktür.

Kepler 1 grubunun ortalama BY ortalama puanının artış gösterdiği fakat BY ÖT ve BY ST ortalama puanlarının sınıf ortalamasından düşük olduğu görülmektedir. K1_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.3 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.2 standart sapma düşüktür. K1_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.3 standart sapma düşüktür. K1_2'nin BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma düşüktür. K1_2'nin Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma düşüktür. K1_3'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.6 standart sapma düşüktür. K1_3'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından 1.5 standart sapma düşüktür. K1_1'in BY puanları grup arkadaşlarının puanlarına göre daha iyi iken, grup üyelerinin hepsinin Arduino bilgi testi puanları birbirine yakındır. BY ÖT puanı sınıf ortalamasından ve grup arkadaşlarının puanından yüksek olan K1_1 Kepler 1 grubuna liderlik eden öğretmen adayıdır. Kepler grubunun (grubun ikiye ayrılmadan önceki adı) AST proje puanı 20 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Kepler 1 grubunun AŞT proje puanı 19 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Kepler grubu grup anlaşmazlığından dolayı Kepler 1 ve Kepler 2 olarak ayrıldığında Kepler 1 grubu AŞT projesinde en düşük puana sahip olmuştur. AST projesini ise Kepler grubu olarak tasarladıklarında da en düşük puanlardan birine sahiplerdi. Fakat Kepler 2 grubu AŞT projesinde başarılı olan gruplar arasındadır. Kepler grubunun AST projesinde düşük puan almasının nedeni Kepler 1 grup üyelerinin hem BY puanlarının hem de Arduino bilgi testi puanlarının düşük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, Kepler grubu ikiye ayrıldığı için gruptaki kişi sayısı azalmıştır. BY ÖT puanları incelendiğinde K1 grubunun BY ÖT puanı sınıf ortalamasından düşüktür ve Kepler 1 grubu sınıftaki en düşük ortalama puana sahiptir. Bu durum da grubun heterojen olmadığını göstermektedir. Gruptaki kişi sayısının azalması ve heterojen yapının bozulması da projelerde düşük puan almalarının sebebi olabilir sonucuna varılmıştır. Kepler 1 grubu bu sebepler yüzünden özgün ve yaratıcı projeler ortaya çıkaramamıştır sonucuna varılabilir.

Kepler 1 grubundaki tüm öğretmen adaylarının BY ST puanları sınıf ortalamasından düşüktür. Fakat, Kepler 1 grubu yaratıcı düşünme becerilerinin esneklik ve akıcılık bakımından geliştiğini ifade etmiştir. K1_2 ve K1_3 önceden de özgün düşünebildiklerini belirtmişlerdir. Kepler 1 grubu düşüncelerini şu şekilde açıklamıştır:

Esneklikte bana katkısı olduğunu düşünüyorum. Farklı şeyler ortaya koymayı düşündüm. Bir problem için tek bir alandan faydalanmamak. 3 tane alanı kullandık diyoruz ya atıyorum fen bilgisi, matematik, mühendisliği, kullandık. 3 disiplini kullanma açısından ortak bir fikir üçünün de birleşebileceği bir alanda çözüm üretebilmek bence en büyük katkısı. [GG_K1_1]

İki üç fikir ürettim akıllı şehirde. Akıcılıkta da çok fikir üretme konusunda katkıda bulundu yani akıcılık ve esneklik açısından geliştim diyebilirim. [GG_K1_1]

Orijinallik. Bu bende vardı zaten. Akıcılık esneklikte geliştiğimi düşünüyorum. [GG_K1_2]

Yüzde yüz yeterli olmadığını az önce söyledim ya hocam. Şimdi fikir üretme konusunda pek bir katkısı olmadı da oluyorsa bunun yüzdesi çok azdır. Eskiden hayatımda Arduino Uno R3 yoktu. Böyle bir şey kullanım alanım yoktu. Üretim fikirleri içerisinde öyle bir şey yoktu. Şimdi o var. Fikir üretme açısından böyle bir yardımcı olabilir. Uygulama açısından çok büyük faydaları olmuştur. Eskiden yüzde 30'luk seviyedeysem şu an en az yüzde 70-80'e ulaşmışımdır. [GG_K1_3]

Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından düşük alan Kepler 1 grubu Arduino Uno R3 kullanarak problem çözmede kısmen yeterli hissettiğini belirtmiştir. Kepler 1 grubu Arduino Uno R3 kullanımında da kendilerini yüzde yüz yeterli görmeseler de kendi kendilerine yetebileceklerini ve eksikliklerini tamamlayabileceklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

Tamamıyla olmasa da çoğu günlük yaşama dair probleme çözüm üretmede kendimi yeterli hissediyorum. Sebebi ise çoğu sensörü kullanabilecek durumda olduğumu düşünüyorum. [YG_K1_1]

Birçok açıdan yeterli hissediyorum. Ama kodlama yapmakta zorlandığım da bir gerçek. Ama maket yani tasarım kısmını hep çok eğlenerek yapıyorum. [YG_K1_2]

Bu projeyi tasarlarken problem durumumuz günlük yaşantımızın içerisinde seçilen bir durumdu ve bu durumu projemize yansıtıp çözüme kavuşturabildik. Bu sebeple kendimi tam anlamıyla olmasa da büyük oranda yeterli hissediyorum. [YG_K1_3]

Kendimde olayın içerisine girdiğim için hani şu anda baya yol kat ettiğimi düşünüyorum. Devre kurma açısından olsun, kodlama açısından olsun. [GG_K1_2]

Yeterli yüzde yüz olarak olmasa da eksiklerimi bir şekilde bundan sonra kendi kendime halledebileceğim seviyedeyim en azından düşünüyorum. [GG_K1_3]

Kepler grubu olarak AST projesinde birlikte çalıştıktan sonra Kepler 1 ve Kepler 2 grubuna ayrılmıştır. Kepler 1 grubu AST projesinde grup çalışmalarının sorunlu olduğunu, işbirliği yaparken sıkıntılar yaşandığını belirtmiştir. Fakat AŞT projesinde 3 kişi kaldıktan sonra grup çalışmalarında iyi olduklarını, sıkıntı yaşamadıklarını, yakın arkadaş olup iyi anlaştıklarını belirtmişlerdir. Kepler 1 grubun grup çalışmalarıyla ilgili görüşlerini şöyle ifade etmiştir:

İlk grubumuzda işbirliğinde çok zorlandık. [GG_K2_2]

K1_1: Grup içinde iş bölümü yaparken sıkıntı yaşadık.

K1_2: Grup içerisindeki sıkıntılarımızı. İşbirliğini baştan itibaren yönetmek çok zor oldu.

K1_1: Serada işbirliğinde sıkıntı vardı. [GG_K1]

Grup çalışmamız mükemmeldi. Nedeni ise hem üçümüzün çok iyi anlaşış yakın arkadaş olmamız hem de boş vakitlerimizin aynı vakitlere denk gelmesiydi. Ve hepimiz birbirimizin eksikliğini kapattık ve birbirimize saygı duyduk. [YG_K1_1]

İş paylaşımını her şeyiyle kendimiz üçümüz ilgilendik. Bir problem yaşamadık. [YG_K1_2]

Kepler 2 grubunun ortalama BY puanının artış gösterdiği görülmektedir. BY ÖT ortalama puanı sınıf ortalamasına yakın iken BY ST ortalama puanı sınıf ortalamasından düşüktür. K2_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.7 standart sapma düşüktür, BY ST puanı sınıf ortalaması ile eşittir. K2_1'in Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.8 standart sapma yüksektir. K2_2'nin BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma yüksektir, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.7 standart sapma düşüktür. K2_2'nin Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 1.0 standart sapma yüksektir. Kepler 2 grubundan bir kişinin BY puanı artarken diğerinin düşmüştür, fakat grup üyelerinin ikisinin de Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Kepler 2 grubu zaten iki kişi olduğu için ve birbirleriyle anlaştıkları için gruba K2_1 ve K2_2 liderlik yapmıştır. Kepler grubunun (grubun ikiye ayrılmadan önceki adı) AST proje puanı 20 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Kepler 2 grubunun AŞT proje puanı 47 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Kepler 1 grubunda bahsedildiği gibi Kepler grubu grup anlaşmazlığından dolayı Kepler 1 ve Kepler 2 olarak ayrıldığında Kepler 2 grubu AŞT projesinde sınıf ortalamasından yüksek puana sahip olmuştur. AST projesini ise Kepler grubu olarak tasarladıklarında da en düşük puanlardan birine sahiplerdi. Fakat Kepler 2 grubu AŞT projesinde başarılı olan gruplar arasındadır.

Kepler 2 grubundan K2_1'in BY ST puanı sınıf ortalamasına eşit iken, K2_2'nin BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.7 standart sapma düşüktür. Fakat, Kepler 2 grubu çok yönlü düşüncülerinin, farklı açılardan bakabilmelerinin diğer bir deyişle yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir. Kepler 2 grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin yaratıcı düşünmeyi geliştirmesinin güçlü bir yönü olduğunu söylemiştir. Kepler 2 grubunun yaratıcı düşüncülerinin gelişmesi ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

K2_1: Bir düşünceyi çok yönlü olarak düşünebiliyoruz. Farklı bakış açıları ile yaklaşabiliyoruz. Çok yönlü düşünmeyi sağlıyor. Günlük yaşantımızda bu, bu yüzden diyebiliyoruz, çözüm üretmeye çalışıyoruz. Bir probleme ya da başka bir şeye, başka bir durumla ilgili bir şeye baktığımda daha farklı bakış açılarından da bakıyorum yani. Başka yönlerinden.

K2_2: Bunu da yapabilirim, şu yönden de yapabilirim aslında deyip farklı şekilde bakış açısı geliştirmeyi kazandırdı bana. [GG_K2]

K2_2: Zor gelirdi, çözemem sanıyordum. Hani çok büyük şeyler var sanıyordum. Ama artık hani onun zor olmadığını çözebileceğimi öğrendim. Ve hocam problemleri çözmek zor geldiği için yaratıcılığın da bir yerde kısıtlı kalıyordu. Hani şunu yapamıyorum ki onu yapayım gibisinden. Artık daha farklı şeyler düşünüp daha üst seviyelerde çözümler üretmeye başladık. Hani önceden bir tane çözüm önerisi üretiyordum., basit ve ulaşılabilir. Şimdi üç dört tane üretiyordum.

K2_1: Normalde tek bir çözüm bulacakken, acaba bunu başka türlü nasıl çözebiliriz diye düşünüyoruz. [GG_K2]

Yaratıcılığı geliştirmesi gibi güçlü yönleri bulunmaktadır. [YG_K2_1]

Kepler 2 grubu Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından yüksek puan almıştır. Kepler 2 grubu kendilerini Arduino Uno R3 kullanımında ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında yeterli hissettiklerini belirtmişlerdir. Kepler 2 grubunun Arduino bilgi testi puanı, Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki görüşleri birbirini desteklemektedir. Öğretmen adayları Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki düşüncelerini şu şekilde açıklamışlardır:

İlk başta zorlandım, o breadbord'da kabloları galiba kısa tuttuğumuzdan da oldu. Kablolar çok karıştı, çok çıkıyordu falan. Sonra baktım ki aslında hepsi birbiri ile alakalı. Bir de hani hocam, sensör öğrenince iş daha çok kolaylaştı. Çünkü hep üstüne ekleyerek gittik ve hep birbiri ile ilişkilendirerek gittiğimiz için basitten karmaşığa gittiğimiz için daha kolay olmaya başladı. Mesela LED kurmak bize başta zor geliyordu ama karbon monoksit gazı sensörünü kurduk. O zor gelirken, başka bir şeye gittik resmen. O yüzden bence iyiyiz Arduino Uno R3'ü kullanmada. [GG_K2_2]

Genel olarak neyi nasıl kullanacağımı öğrendim bu yüzden takıldığım yerlerde araştırmalar yaparak bir şekilde yapabileceğimi düşünüyorum. [YG_K2_1]

Bu projeyi düşünürken aklıma gelen çoğu soruna çözüm üretebildiğimi ve bunu Arduino Uno R3 ile gerçekleştirebileceğimi fark ettim. Tek yapmam gereken sadece biraz daha fazla sensörlere çalışmak. [YG_K2_2]

Kepler 2 grubu ikiye ayrılmadan önceki gruplarında görev paylaşımında ve grupla bir araya gelme konusunda sıkıntılar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Fakat, ikiye ayrıldıktan sonra Kepler 2 grubu olarak grup çalışmalarında başarılı olduklarını ve proje yapımının her aşamasında görev aldıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları hakkındaki düşünceleri şöyledir:

Serada şöyle oldu hocam; grup sorunu en büyük sorunumuz oydu. Görev dağılımı yapmamıştık ilkinde. Mesela görev dağılımı yapmamız, ilk başta konuştuk, bütün planları yaptık herkes ne yapacağına dair planı kararlaştırdıktan sonra mesela tasarım dedik ama nasıl yapılacağını ince detayına kadar konuşmuştuk ya da devre kurulacak onu da konuşmuştuk. Sonrasında da bölüştük. Siz bunu yapın biz bunu yapalım. Zaten artık her şey belli diye. Ama uygulamaya geçildiğinde sıkıntı yaşandı. Fedakârlık yapılmadı, benim zamanım, senin zamanın yok gibisinden şeyler oldu, anlaşmazlıklar oldu. O yüzden ilerleyemedik. Bu sadece sera projesi için de değil hocam. Mesela sınıfta kurduğunuz devrede onun çalışma kağıdını doldurup Edmodo'ya yüklemek bile bizim grup için bir sıkıntıydı ilk başta. Çünkü herkes bir kişiye bakıyordu. [GG_K2_2]

Derste en zorlandığımız kısım öncelikle grubun organize olamamasından kaynaklıydı. Ne kadar görev paylaşımı yapmaya çalışsak da uygulama aşamasında pek başarılı olamadık. [YG_K2_1]

Grup çalışması yapılırken herkesin fikrini dile getirip ortak kararlar alınıp sonrasında görev dağılımı yapılarak herkes üzerine düşen görevi yerine getirdiğinde başarılı olacağını düşünüyorum. Maalesef biz bu projemizde (akıllı sera) bunları sağlayamadığımızdan sıkıntılar yaşadık. [YG_K2_1]

İki kişi olduğumuz için etkinliğin her kısmıyla ikimizde yer aldık. Grup çalışmamızın altından iyi bir şekilde kalktığımızı düşünüyorum. [YG_K2_1]

Grup çalışmamız güzel ve organize şekilde gerçekleşti. Grupta 2 kişide olsak organize olduğumuzda çoğu şeyi başarabileceğimizi gördüm. Tasarım olarak diğer grupların gerisinde

kalmış olsak da fikir ve Arduino Uno R3'ü projeye entegre etme konusunda diğer gruplardan daha başarılı ve özgün olduğumuzu düşünüyorum. [YG_K2_2]

Sonuç olarak, Kepler grubu ikiye ayrıldığı için gruptaki kişi sayısı azalmıştır ve bu durum Kepler 2 grubunun lehine olmuştur şeklinde yorumlanabilir. Kepler 2 grubu grup çalışmalarında sorun yaşamamıştır ve Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından yüksektir. AŞT projesinde sınıf ortalamasından yüksek bir puan alarak yaratıcı ve özgün bir proje ortaya koymuşlardır.

Tesla grubunun ortalama BY puanının en fazla artış gösterdiği grup olduğu, BY ÖT puanlarının ortalaması sınıf ortalamasından düşük ve BY ST puanlarının ortalaması ise sınıf ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. T_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.8 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 2.0 standart sapma yüksektir. T_1'in Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma düşüktür. T_2'nin BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 2.0 standart sapma yüksektir. T_2'nin Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma yüksektir. T_3'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.2 standart sapma düşüktür, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.7 standart sapma yüksektir. T_3'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 1.5 standart sapma yüksektir. T_4'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma düşüktür, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.1 standart sapma yüksektir. T_4'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.3 standart sapma yüksektir. T_5'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.1 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma yüksektir. T_5'in Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma yüksektir. T_6'nın BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.0 standart sapma düşüktür, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.1 standart sapma yüksektir. T_6'nın Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma yüksektir. Tesla grubuna BY ÖT ve Arduino bilgi testi puanı yüksek olan T_2 liderlik yapmıştır fakat diğer grup üyeleri de çalışmalara aktif bir şekilde katılmıştır. Tesla grubunun AST proje puanı 43 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Tesla grubunun AŞT proje puanı 46 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Tesla grubu AST projesinde en yüksek puana sahiptir, AŞT projesinde ise yüksek puana sahip olan Josephine Cochrane ve Kepler 2 grubundan sonra en yüksek puana sahiptir. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre Tesla grubu Josephine Cochrane grubu ile birlikte çalışmalarda en istekli gruptur. Tesla grubuna T_2 sonradan katılmıştır ve gruptaki kişi sayısı artmıştır. Bu durum Tesla grubunun lehine olmuştur şeklinde yorumlanabilir. Tesla grubunun ortalama BY puanları ve ortalama Arduino bilgi testi puanları yüksek olduğu için ve grup çalışmalarında başarılı oldukları için AST ve AŞT

projelerinde sınıf ortalamasından yüksek bir puan alarak yaratıcı ve özgün bir proje ortaya koymuşlardır.

Ortalama BY puanında en fazla artış gösteren Tesla grubu ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile problemlere farklı bakış açıları ile bakabildiklerini ve yaratıcılıklarının geliştiğini ifade etmiştir. Tesla grubunun BY testlerinin sonuçları ve tasarladıkları projelerden aldıkları puanlarına göre yaratıcı düşünceleri gelişmiştir denilebilir. Bu bulgular ile yaratıcılık becerileri hakkındaki görüşleri örtüşmektedir. Tesla grubu yaratıcı düşünme becerileri ile ilgili düşüncelerini şu şekilde belirtmiştir:

T_3: Normal STEM uygulamalarında yapılacak olan şey belli malzemeler de az çok belli. Her grup aşağı yukarı aynı malzemeleri kullanıyordu ama burada aynı şeyi yapıyorlar ama farklı malzemeleri kullanarak. Bu da yaratıcılığı geliştiriyor.

T_2: Tek bir yönden değil de birçok yönden probleme yaklaşmayı gördük hepimiz bir grup çalışması olduğu için herkes bir fikir sundu.

T_4: Farklı bakış açıları olduğu için o yönden bakabildik tek bir yönden değerlendirmedik problem. Farklı açılardan bakabilmeyi, ne olursa olsun bitirmeye odaklanmamız gerektiğini öğrendik. [GG_T]

Direk yaratıcılık geliyor aklıma. Sera etkinliğinde de bir şeyler çıkardık ama akıllı şehirlere geçtiğimizde daha farklıydı herkes bir şeyler söyleyebildi ve zaten gruplarda da çok farklıydı ilkinden herkes daha çok başarılı performans sergiledi. Bu anlamda bile yaratıcı düşünmenin nasıl geliştiğini üretkenliğin grup çalışmalarının ne kadar ileri gittiğini görüyoruz bütün gruplara katkı sağladı. [GG_T_4]

Kesinlikle yaratıcı düşünme becerimiz gelişti. [GG_T]

Tesla grubu Arduino bilgi testinden sınıf ortalamasından yüksek puan almıştır. Sadece T_1 arduino kullanımında zorlanıyordu ve T_1'in Arduino bilgi testi puanı da sınıf ortalamasından düşüktür. Tesla grubu grup çalışmalarında sorun yaşamayıp T_1'e Arduino Uno R3 kullanımı konusunda grup arkadaşlarının yardımcı olduğu gözlenmiştir. Tesla grubu kendilerini Arduino Uno R3 kullanımında bazı eksikliklerinin olmasına rağmen yeterli görmektedir. Gruptan 3 kişi kendini Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında yeterli hissettiklerini belirtirken, 2 kişi kendini kısmen yeterli gördüğünü ve 1 kişi de kendini yetersiz gördüğünü ifade etmiştir. Tesla grubunun Arduino bilgi testi puanı ve Arduino Uno R3 kullanımı hakkındaki görüşleri birbirini desteklemektedir. Öğretmen adayları Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki düşüncelerini şu şekilde açıklamışlardır:

Arduino Uno R3'ü hem bireysel hem de grup olarak etkin bir şekilde kullanabildik. [GG_T_2]

Kısmen yeterli hissediyorum. Bazı kalıplarımı yıkarak bunların dışına çıkamadığımı düşünüyorum. Ama geliştirilebilir bence. [YG_T_3]

Arduino Uno R3 kullanımı hakkında kodlamada eksik olduğumu düşünüyorum. Bunun üstünde biraz çalışmam gerekiyor. Devre kurulumları da anlıyorum ama kodlama üstünde çalışmam gerektiğini düşünüyorum. [GG_T_6]

Tam olarak yeterli değilim. Biraz daha ilerleyip bu alanda kendimi yeterli görüp ilerleyeceğim.
[YG_T_6]

Yeterli olarak görmüyorum ama kısa sürede elimizden gelenin en iyisini yapmaya çalışıyoruz.
[YG_T_5]

Tesla grubu grup çalışmalarında iyi bir görev paylaşımı yapabilmıştır. Hem AST hem de AŞT projelerinde işbirliği içinde çalışmışlardır. Tesla grubu grup çalışmasında birbirlerine destek olduklarını, sorumluluk sahibi olduklarını ve grup çalışmasında başarılı olduklarını dile getirmiştir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

T_1: Bence grupta çalışma becerimiz gelişti. T_4 ile T_6 arkadaş ve diğerleri arkadaş ben biraz dışarıdan geldim gibi oldu. Ama gerçekten herkese ayrı ayrı teşekkür ediyorum.

T_6: Biz hocam birbirimizi çok dinledik. Biz yine yakınız konuşuyoruz ama dediği gibi üçümüz bir arkadaşız böyle oluyor ama T_6 bir şey söylediğinde evet T_6 bunu söyledi deyip onu yapmaya çalıştık. Ya da T_1 söylediğinde yapmaya çalıştık. Yapamadığımız bir şeyi üç kere de olsa anlattılar. Bu da önemli bir şey sen anlamadın hadi geç gibi değil de birbirimize zaman ayırdık.

T_3: Birimizin eksikliği varsa diğeri kapattı.

T_4: Biri kodlama yapıyordu biri devre kurmada sorun yaşasa onu çağırıyordu o gidiyordu. Senin yerine ben geçeyim deyip birbirimizin eksikğini gideriyorduk. Ya da yapamadığı için kimse kimseye kızmadı kimse az emek göstermedi. Herkes yapmak istediği için yaptı.

T_5: Birbirimizi kırmadık hocam

T_1: Bir de şey çok oldu ben biraz zorlanıyordum bu devre kurmada. T_5'e özellikle teşekkür ediyorum. T_5'e sesli anlatır mısın diyordum T_5 baştan GND'yi şey yapıyoruz böyle yapıyoruz falan sesli anlattı.

T_3: Hep böyle kurduk devreleri. Kim devreyi kurarsa diğerlerine anlatıyordu ki sadece biri yapmış olmasın. Diğerleri de bilsin.

T_5: Takım çalışmasında çok iyiydik.

T_6: Bence sınıfta en iyiler arasındaydık. [GG_T]

Biz gurup çalışmalarında iş paylaşımı yapıp o şekilde ilerlediğimiz için hiç sorun yaşamadık. Mesela akıllı sera projesinde devre kuran kişiye kodlama görevi verdik, kodlama yapan birine maketleri yapma, maket yapana ise kodlama yapma gibi görevler verdik. Bu sayede hem herkes her konuda deneyim kazanmış oldu hem de güzel bir iş paylaşımı yapmış olduk. Bu yüzden diğer gruplarda olduğu gibi bir problemle karşılaşmadık. [YG_T_2]

Sonuç olarak, Tesla grubu grup çalışmalarında sorun yaşamamıştır ve BY ST, Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından yüksektir. Hem AST hem de AŞT projelerinde sınıf ortalamasından yüksek bir puan alarak yaratıcı ve özgün bir proje ortaya koymuşlardır. Bunun sebebi yaratıcı düşüncelerinin gelişmesi, Arduino Uno R3 kullanımına hâkim olmaları ve işbirliği içinde çalışabilmeleri olarak görülebilir. Ayrıca, Tesla grubundaki kişi sayısının fazla olmasından dolayı grubun heterojenliği bozulmaktadır fakat bu durum onların lehine olmuştur denilebilir.

Josephine Cochrane grubunun ortalama BY puanının artış gösterdiği, BY ÖT puanlarının ortalaması ve BY ST puanlarının ortalaması sınıf ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. JC_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.0 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.3 standart sapma düşüktür. JC_1'in Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.2 standart sapma yüksektir. JC_2'nin BY ÖT puanı sınıf ortalamasından

0.8 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.4 standart sapma yüksektir. JC_2'nin Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma yüksektir. JC_3'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.3 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 1.2 standart sapma yüksektir. JC_3'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma düşüktür. JC_4'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.4 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.3 standart sapma düşüktür. JC_4'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.9 standart sapma yüksektir. Josephine Cochrane grubunun AST proje puanı 28 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Josephine Cochrane grubunun AŞT proje puanı 68 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Josephine Cochrane grubu AST projesinde sınıf ortalamasına yakın iken, AŞT projesinde ise en yüksek puana sahiptir. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre Josephine Cochrane grubu Tesla grubu ile birlikte grup çalışmalarında ve bu eğitimde en istekli gruptur. Josephine Cochrane grubuna BY puanı ve Arduino bilgi testi puanı yüksek olan JC_2 liderlik etmiştir. Josephine Cochrane grubu grup çalışmalarında başarılı olup puanı düşük olan arkadaşlarını çalışmalara işbirliği yaparak başarılı bir şekilde dahil etmişlerdir. Josephine Cochrane grubundan JC_2'nin ve JC_3'ün BY puanları sınıf ortalamasından ve diğer grup arkadaşlarından yüksek ve JC_1'in, JC_2'nin ve JC_4'ün Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından yüksektir. Josephine Cochrane grubu yaratıcı ve özgün projeler ortaya koymuşlardır. Bunun sebebi yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimi, Arduino Uno R3 kullanımına hâkim olmaları ve işbirliği içinde çalışabilmeleri olabilir şeklinde sonuca varılabilir.

Tablo 4.59 incelendiğinde Josephine Cochrane grubundaki tüm öğretmen adaylarının BY puanlarının arttığı, fakat bu artışın büyük bir artış olmadığı görülmektedir. Ayrıca, JC_1'in ve JC_4'ün BY puanları artmasına rağmen BY ST puanları sınıf ortalamasından düşüktür. JC_1 ve JC_4 kendilerini yaratıcı düşünme bakımından yeterli görmediklerini ifade etmişlerdir fakat aynı zamanda aldıkları eğitimin kendileri yaratıcı düşünme ve farklı açılardan bakabilmelerini geliştirdiğini de belirtmişlerdir. JC_3 ve JC_4 ise özgün düşünmede sıkıntılar yaşadıklarını söylemişlerdir. Grup lideri JC_2 yaratıcı düşüncelerinin geliştiğini dile getirmiştir. Josephine Cochrane grubunun BY testlerinin sonuçları ve tasarladıkları projelerden aldıkları puanlarına göre yaratıcı düşünceleri gelişmiştir denilebilir. Bu bulgular ile yaratıcılık becerileri hakkındaki görüşleri örtüşmektedir. Josephine Cochrane grubu yaratıcı düşünme ile ilgili düşüncelerini şöyle açıklamıştır:

Ne çok düşük ne çok yüksek. Orta seviyede olduğumu düşünüyorum yaratıcı düşünme bakımından. [GG_JC_1]

JC_3'ün dediği gibi ben de onu diyecektim zaten birçok yönde bana da katkısı oldu, bazen şeylerde falan da karşılaştığım bir yerde “aa bak burada şu sistem var, şurada bu sistem var” diyebiliyorum (gülüyor). Ben de çok yönlü düşünmeyi geliştirebileceğimi düşünüyorum. [GG_JC_1]

Ben grup adına söyleyeyim o zaman, ben grup olarak hepimizin iyi olduğunu düşünüyorum bu konuda. Zaten grup çalışmamızda da buna dikkat ettik, hepimiz hepsini tek tek yaptık yani. Şu an hepimiz bir devre kurmayı biliyoruz. Kodlama yapmayı biliyoruz. [GG_JC_1]

Ben çok yeterli olduğumu düşünmüyorum. Çünkü özgün fikir bulmakta ben çok zorlanıyorum şahsen. Ya da mesela bir konunun üzerine çok fazla bir şey katabildiğimi düşünmüyorum. Yani çok özgün düşünebildiğimi sanmıyorum. Özgün düşünme konusunda hani üniversite düzeyinde son bir iki yılda biraz daha düşünmeye başladığımız için hani ne çok yetersiz, tamamen düşünemem de diyemem ama çok güzel fikirler de ortaya çıkarabilirim de diyemem. [GG_JC_4]

Özgün fikirler bulmada sıkıntı yaşadık. Bir şey düşündük mesela, bir şey tasarladık. Sonra baktık bu yapılmış. [GG_JC_4]

Hocam ben de yani bana katkısı olarak ben elime bir problem geldiğinde hep tek yönlü veya iki yönlü düşünürdüm yani bu problemi yapabileceğimi. Yani bana iki yönlü bir katkısı var derdim. Yani mesela, teknoloji matematik fen boyutunda bakıyoruz ya çok boyutta bakabilmeyi öğrendim. Bu sayede ben daha çok yönlü bakmam gerektiğini fark ettim olaylar karşısında. Yani tek bir alandan değil de yani bunun da etkisi var bunun da etkisi var bunu da hesaba katmalıyım şeklinde düşündüm. Çok yararı oldu. [GG_JC_3]

Bir de hocam problemimiz yine özgün fikir üretmekte olduğu için, uygulamada sıkıntımız olmadığı için yine bizim akıllı şehirde özgün fikir oldu problemimiz. Onun dışında bir şeyi bulduktan sonra yapmak, uygulamak çok hızlı gelişti. [GG_JC_3]

Bloom Taksonomisi sentez basamağında etkinlikler yapmış olarak yaratıcılık ve üst düzey düşünme becerilerimiz gelişti. [YG_JC_2]

Josephine Cochrane grubunun Arduino bilgi testi puanı ortalaması sınıf ortalamasından yüksektir. JC_3'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Josephine Cochrane grup çalışmalarında sorun yaşamamıştır ve grup arkadaşlarının birbirlerini destedikleri gözlemlenmiştir. Josephine Cochrane grubu kendilerini Arduino Uno R3 kullanımında yeterli görmektedir. Gruptan 3 kişi kendini Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkında yeterli hissettiklerini belirtirken, 1 kişi kendini yetersiz gördüğünü ifade etmiştir. Josephine Cochrane grubunun Arduino bilgi testi puanı ve Arduino Uno R3 kullanımı hakkındaki görüşleri birbirini desteklemektedir. Öğretmen adayları Arduino Uno R3 kullanımı ve Arduino Uno R3 kullanarak günlük yaşam problemi çözme hakkındaki düşüncelerini şu şekilde açıklamışlardır:

Ben grup adına söyleyeyim o zaman, ben grup olarak hepimizin iyi olduğunu düşünüyorum bu konuda. Zaten grup çalışmamızda da buna dikkat ettik, hepimiz hepsini tek tek yaptık yani. Şu an hepimiz bir devre kurmayı biliyoruz. Kodlama yapmayı biliyoruz. [GG_JC_1]

Arduino Uno R3'ü kullanmada yeterli olduğumu düşünüyorum ama yaşama dair bir probleme çözüm üretmekte zorlanıyorum. Çözüm bulduktan sonra Arduino Uno R3'ü kullanmakta zorluk çekmem. [YG_JC_4]

Josephine Cochrane grubu grup çalışmalarını iyi yönettiklerini belirtmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı da Josephine Cochrane grubunun çalışmalarında işbirliği içinde olduklarını söylemiştir. Hem AST hem de AŞT projelerinde işbirliği içinde çalıştıkları gözlenmiştir. Josephine Cochrane grubu grup çalışmasında birbirlerine yardım ettiklerini ve

sorumluluklarını değişim yaparak yerine getirdiklerini dile getirmiştir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları ile ilgili görüşleri aşağıdaki gibidir:

Genel olarak her grubun projesi iyiydi. Josephine Cochrane grubunu çok beğendim. Grup üyeleri de güzel bir işbirliğiyle güzel bir proje ortaya çıkarmışlar. Fikirlerini de çok beğendim. [YG_SJ_1]

Genel olarak derste grup çalışmamızı iyi yürüttüğümüz için eğleniyoruz. [YG_JC_3]

JC_2: JC_4 bir hafta bir devreyi kurduysa diğer haftaki çalışma kâğıdında JC_1 devreyi kuruyor. Diğerinde ben (JC_2), diğerinde JC_3. Kalıplaşmış mesela, JC_4 sen bilgisayar işlerini hallet ya da JC_1 sen sadece maketleri hallet gibi değil de.

JC_4: Ya da bir hafta bir arkadaş zorlandıysa diğeri ona karışmayacak diye bir şey yok yani. Yani zorlanana hepimiz yardım ettik. Ya da işte bir çalışma kâğıdını hep birlikte doldurduğumuz da oldu. Herkesin bir şey söyleyerek yaptığımız da oldu.

JC_3: Hocam herkesin fikrine saygı duyuyoruz. Ya da grup içinden biri anlamadıysa tamam geçiştir zaten biz üçümüz biliyoruz demedik. Dâhil olmasını sağladık, o kişinin öğrenmesine yardım ettik. [GG_JC]

Sonuç olarak, Josephine Cochrane grubu grup içinde birbirleriyle anlaşmışlardır ve işbirliği içinde çalışmışlardır. BY ST ve Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından yüksektir. AST projesinde sınıf ortalamasına denk puan ve AŞT projesinde sınıf ortalamasından yüksek bir puan alarak yaratıcı ve özgün proje ortaya koymuşlardır. Bunun sebebi yaratıcı düşünmelerinin gelişmesi, Arduino Uno R3 kullanımına hâkim olmaları ve işbirliği içinde çalışabilmeleri olarak görülebilir.

Marie Curie grubunun ortalama BY puanının artış gösterdiği, BY ÖT puanlarının ortalaması ve BY ST puanlarının ortalaması sınıf ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. MC_1'in BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 1.4 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma yüksektir. MC_1'in BY puanı düşmüştür fakat sınıf ortalamasından yüksektir. MC_1'in Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.6 standart sapma yüksektir. MC_2'nin BY ÖT puanı sınıf ortalamasına eşit, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.5 standart sapma yüksektir. MC_2'nin Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasına eşittir. MC_3'ün BY ÖT puanı sınıf ortalamasından 0.8 standart sapma, BY ST puanı sınıf ortalamasından 0.5 standart sapma düşüktür. MC_3'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından 0.8 standart sapma düşüktür. MC_3'ün BY puanı artmış fakat sınıf ortalamasından düşüktür. Marie Curie grubunun AST proje puanı 19 iken sınıf ortalaması 27.5'tir. Marie Curie grubunun AŞT proje puanı 43 iken sınıf ortalaması 42.4'tür. Marie Curie grubu AST projesinde sınıf ortalamasından düşük iken, AŞT projesinde ise sınıf ortalamasına yakın bir puana sahiptir. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre MC_1 en hevesli ve istekli öğretmen adayı idi ve BY ÖT puanı ve Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından ve grup arkadaşlarından yüksek olan M_1 Marie Curie grubuna liderlik etmiştir. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre MC_3 ise grup çalışmalarında isteksizdi

ve Arduino Uno R3 kullanımında zorlanıyordu. MC_3'ün zaten Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Marie Curie grubu grup içinde sıkıntılar yaşayan bir grup olduğu, ortalama BY ve Arduino bilgi testi puanlarının sınıfa göre yüksek olmadığı ve gruptaki kişi sayısının az olması nedeni ile özgün ve yaratıcı projeler ortaya koyamadıkları yorumu yapılabilir.

Tablo 4.59 incelendiğinde MC_1'in BY puanının düştüğü ve MC_2'nin ve MC_3'ün BY puanının arttığı görülmektedir. MC_1'in BY puanı düşmesine rağmen sınıf ortalamasından yüksektir. Marie Curie grubu aldıkları eğitim sayesinde farklı düşünebildiklerini, problemlere karşı çözüm üretebildiklerini ve yaratıcı düşüncelerinin geliştiğini ifade etmiştir. Öğretmen adayları görüşlerini aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir:

Yaratıcılığı güçlendiren bir eğitim. Farklı düşüncelerin önünü açan bir eğitim oldu. [YG_MC_1]

Ben küçüklüğümde beri proje tabanlı eğitim istiyordum kendi adıma ben öyleydim. Üniversitede de şu laboratuvarlar hariç dersten pek de zevk aldığımı söyleyemem. Ama bu derste onu hissettim mesela bana alan bırakılmış gibi hissettim. Sen bir şeyler yapabilirsin şimdi istediğini yapabilirsin dendi gibi geldi bana. O yüzden yaratıcılığını geliştirdiğini yani fırsat tanıdığını düşünüyorum bu dersin. Öğrencilere de aynı şeyin olacağı için çok erken yaşlarda bu eğitimin alınması gerektiğini düşünüyorum. [GG_MC_1]

Elindeki imkanları kullanmayı da daha çok. Biz eskiden bu malzeme ne işe yarıyor diye düşünürken aslında çok fazla işe yarayabileceğini başka şeyler de kullanılabileceğini çok amaçlı olduğunu fark ettik. Elimizdeki basit malzemelerle bile bunları yapılabiliyorsak daha fazla imkân verilirse çok daha güzel şeyler yapılır. Sonuçta problem durumuna karşı bir çözüm üretiyorsun. Var olan probleme karşı neler üretilebilir neler yapılabilir sonuç olarak geniş düşünmemizi farklı düşünmemizi sağlıyor. [GG_MC_2]

Ben Arduino Uno R3 kullanırken daha fazla fikir üretebiliyorum bir problem karşısında. Mesela bugün etkinlikleri yaparken de fark ettim daha çok düşünebiliyorum. [GG_MC_3]

Marie Curie grubunun Arduino bilgi testi puanı ortalaması sınıf ortalamasından düşüktür. JC_2'nin Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasına denk iken JC_3'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Marie Curie grubu kendilerini Arduino Uno R3 kullanımında ve Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerine çözüm üretmede yeterli hissettiklerini belirtmiştir. MC_3'ün Arduino bilgi testi puanı ile görüşleri örtüşmemektedir. MC_2 de Arduino Uno R3 kullanımını öğrendiğini fakat sınavının iyi geçmediğini söylemiştir. Öğretmen adayları düşüncelerini şöyle betimlemişlerdir:

Yeterli hissediyorum. Çünkü günlük kullanımda yapılabilecek birçok şey aklıma geliyor. Ve bu ders bittikten sonra sadece okulda öğrencilerime değil kendim için evimde de kullanmayı düşünüyorum. Arduino Uno R3 ve benzer teknolojik araçların yakın zamanda fazlaca içinde olacağımıza inanıyorum. [YG_MC_1]

Ben bunu öğrendiğimi daha çok geliştirmem gerektiğini tabii ki biliyorum. Ama bir devre kurduğum zaman en azından elime aldığım zaman yabancı kalmam devreyi yaparım. Özellikle derste öğrendiğimiz belli başlı devreler bende oturdu programlar falan. Ama sınavda yapamadım ona çok canım sıkıldı. Fritzing çizimini yapmak görmediğim zaman o şeyi zorladı. Normal hayatta yapabileceğimi biliyorum. [GG_MC_2]

Arduino Uno R3 ile günlük hayatta yaşanan problemlere karşı çözüm önerileri üretilebileceğini düşünüyorum bizde bunu yaptık ve yaparken zorlanmadık. [YG_MC_3]

Marie Curie grubu AST projesi grup çalışmasında sıkıntılı yaşadıklarını, AŞT projesinde ise işbirliği yapabildiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre Marie Curie grubu grup çalışmasında sıkıntılar yaşamıştır. MC_1 AST projesinde sağlık problemi yaşadıklarını söylemiştir. Bu durum grup çalışmalarını olumsuz bir şekilde etkilemiştir. Öğretmen adaylarının grup çalışmaları ile ilgili düşünceleri şöyledir:

Bizim grup çalışmamız hakkında bu projede birçok aksilik yaşandı. Ben ve grup arkadaşlarım rahatsızlandı süremiz kısıtlıydı bu nedenle stres yaşadık ve istediğimiz kadar başarılı olamadık. [YG_MC_1]

İkinci çalışmada grup birliği işbirliği olarak daha sıkıydık. İlk çalışmamızdaki gibi olmadı ikinci de daha rahat çalıştık. Aslında grup çalışmalarının sakin ve sağduyulu bir şekilde yapılması gerekiyormuş biz de onu fark ettik. [GG_MC_2]

Grup arkadaşlarımla iyi etkileşim sağlayamadık ama yine de elimden geleni yaptığımı düşünüyorum. [YG_MC_3]

Grup çalışmalarında işbirliği içinde olan Tesla grubundan ve Josephine Cochrane grubundan bir öğretmen adayı sınıf genelinde grup çalışmalarında sorunlar yaşadıklarından bahsetmişlerdir. Araştırmacı günlüğünde lisans 4.sınıf öğrencileri olan öğretmen adayları KPSS sınavına hazırlandıkları için zaman sıkıntısı yaşadıklarından, bir araya gelmekte zorluk yaşadıklarından, sorumlulukları yerine getirmemeden ve birbirine anlayış gösterememekten kaynaklı sorunlar yaşadıkları belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının sınıftaki grup çalışmaları ile ilgili görüşleri şöyledir:

Bizim sınıf pek grup çalışmasının ne demek olduğunu bilmediği için çok fazla kaos ortamı oluştu ve bu ortam bizim çalışmalarımızı da fazlaca etkiledi. [YG_T_2]

Grup çalışması insanların işbirlikli çalışmasını sağlayan ve insanlara birlikte çalışmayı öğreten bir çalışma olduğunu düşünüyorum. Ancak bu grup çalışması esnasında bazı sorunlar ortaya çıktı. Birlikte ortak çalışma zamanları ayırmakta zorlandık ve bir araya gelemedik. Bu sorunun sınıf genelinde olduğunu düşünüyorum ve görüyorum. Tüm gruplarda benzer problemler var ve grup çalışması tam anlamıyla gerçekleşmiyor. Gruplar içerisinde çok farklı sorunlar çıkıyor. [YG_JC_4]

Sonuç olarak, Marie Curie grubu grup içinde birbirleriyle anlaşılamamışlardır. BY ST ortalama puanı sınıf ortalamasına yakın ve yüksektir. Ortalama Arduino bilgi testi puanları ise sınıf ortalamasına yakın ve düşüktür. AST projesinde sınıf ortalamasından en düşük 2. Puanı almışlardır ve AŞT projesinde sınıf ortalamasına yakın bir puan alarak diğer gruplara göre yaratıcı ve özgün proje ortaya koyamamışlardır. AST projesinde işbirliği içinde çalışamamışlardır fakat AŞT projesinde ilkinde göre daha iyi işbirliği sağlayabilmişlerdir. AŞT projesinde ortalama puanına yakın bir ürün üretmişlerdir. Ayrıca, Marie Curie grubunun sayısı azdır ve bu durum grubu olumsuz etkilemiştir denilebilir.

4.2.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnançlarının Gelişimlerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde eğitsel robotik TPAB gelişimleri ile ilgili bulguları Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ön testi ve Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son testi puanları karşılaştırılarak verilmiştir. Bu bulgular FBÖA'ların Arduino bilgi testi puanları ile desteklenmiştir. Ayrıca, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ER'i kullanarak teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu ile ilgili bulgular da hazırladıkları ders planları incelenerek sunulmuştur. FBÖA'ların ders planları Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanları ile ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. FBÖA'ların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ön testi ve son testi puanları, Arduino bilgi testi puanları ve hazırladıkları ders planlarına ait puanları Tablo 4.60'ta sunulmuştur.

Tablo 4.60 incelendiğinde bütün FBÖA'ların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanlarının artış gösterdiği görülmektedir. Bölüm 4.1.1'de verilen Tablo 4.1'deki ilişkili örneklem t-testinin sonuçlarına göre, FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamasından sonraki Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ortalaması ($\bar{X}=194,03$, $s=28,25$) uygulamadan önceki Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ortalamasından ($\bar{X}=64,00$, $s=29,33$) anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir, $t(28)=16,117$; $p<,05$. Etki büyüklüğü için hesaplanan Cohen d değeri 4,52 olarak bulunmuştur. Cohen'e (1988) göre bu değerin büyük etki kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.60

FBÖA'ların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ Ön-teste, Son-Teste, Arduino Bilgi Testine ve Ders Planlarına Ait Puanları

Grup Adı	Katılımcı	Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ ÖT (33p-231p)	Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ ST (33p-231p)	Arduino Bilgi Testi Puanı	Ders Planı Puanı
El-Cezeri	EC_1	50	172	88	27
	EC_2	82	215	90	
	EC_3	66	165	64	
	EC_4	38	137	50	
	EC_5	65	123	44	
	Ort	60,20	162,40	67,20	
Steve Jobs	SJ_1	66	187	93	29
	SJ_2	54	187	69	
	SJ_3	66	229	80	
	SJ_4	56	144	40	
	SJ_5	67	220	78	
	SJ_6	127	160	45	
	Ort	72,70	187,80	67,50	
Kepler 1	K1_1	62	202	48	25
	K1_2	82	200	49	
	K1_3	94	191	44	
	Ort	79,30	197,70	47,00	
Kepler 2	K2_1	33	203	87	25
	K2_2	66	196	89	
	Ort	49,50	199,50	88,00	
Tesla	T_1	42	178	54	32
	T_2	33	230	88	
	T_3	33	229	98	
	T_4	66	198	77	
	T_5	33	231	83	
	T_6	62	210	83	
	Ort	44,80	212,70	80,50	
Josephine Cochrane	JC_1	48	207	75	28
	JC_2	64	231	94	
	JC_3	71	187	61	
	JC_4	59	189	87	
	Ort	60,50	203,50	79,30	
Marie Curie	MC_1	33	214	82	30
	MC_2	173	198	71	
	MC_3	65	194	56	
	Ort	90,30	202,00	69,70	
Sınıf	Ort	64,00	194,00	71,30	28

Gruplara bireysel olarak bakıldığında ise El-Cezeri grubundan EC_2 hariç Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından düşük olduğu görülmektedir. EC_4'ün ve EC_5'in Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından iki standart sapma düşük iken EC_1'in ve EC_3'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 0,7 standart sapma düşüktür. EC_2'nin BY ST puanı ve Arduino bilgi testi puanı da sınıf ortalamasından yüksektir. El-Cezeri grubuna grup çalışmalarında BY ÖT puanı sınıf ortalamasından yüksek olan EC_1 ve EC_3 liderlik etmiştir. El-Cezeri grubundan EC_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek iken Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıftaki diğer arkadaşlarının ortalamasına göre düşüktür. EC_3'ün, EC_4'ün ve EC_5'in hem Arduino bilgi testi puanları düşüktür hem de Eğitsel Robotik ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasına göre düşüktür. EC_1 dışındaki öğretmen adaylarının Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir.

Steve Jobs grubundan iki öğretmen adayı hariç yine Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından düşüktür. Bu iki öğretmen adayı Steve Jobs grubuna liderlik eden BY ÖT ve Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek olan SJ_3 ve SJ_5'tir. SJ_3 Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son testinden tam puana yakın puan almıştır ve Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ'si çok yüksek olduğu söylenebilir. SJ_1'in ve SJ_2'nin Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 0,25 standart sapma düşük iken, SJ_4'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı 1,8 standart sapma ve SJ_6'nın Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı 1,2 standart sapma düşüktür. SJ_4'ün ve SJ_6'nın BY ÖT, BY ST ve Arduino bilgi testi puanlarına bakıldığında sınıf ortalamasından düşük olduğu görülmektedir. Steve Jobs grubunda Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasına göre düşük olan öğretmen adaylarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları da sınıf ortalamasına göre düşüktür. Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasına göre yüksek olan öğretmen adaylarının ise Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasına göre yüksektir.

Kepler 1 grubundan K1_1'in ve K1_2'nin Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 0,2 standart sapma yüksek iken, K1_3'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 0.1 standart sapma düşüktür. Bu puanlar ne çok yüksektir ne de çok düşüktür, sınıf ortalamasına yakındır denilebilir. K1 grubunun BY ÖT, BY ST puanları ve Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından düşüktür. Kepler 1 grubuna K1_1 öğretmen adayı liderlik etmiştir. Diğer gruptaki durumun tersine, Kepler 1

grubunun Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından düşük iken Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanları sınıf ortalamasına yakındır.

K2_1'in ve K2_2'nin Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 0.3 ve 0.1 standart sapma yüksektir. Kepler 2 grubunun Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasına yakındır denilebilir. Kepler 2 grubu iki kişilik bir grup olduğu için grup çalışmalarını bu iki kişi yürütmüştür. K2_1'in BY ST puanı sınıf ortalamasından yüksek iken K2_2'nin BY ST puanı sınıf ortalamasından düşüktür. K2_1'in ve K2_2'nin Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Kepler 2 grubunun Arduino bilgi testi puanı ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir.

Tesla grubundan T1'in Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 0,6 standart sapma düşük iken T_2'nin, T_3'ün ve T_5'in Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 1.3 standart sapma yüksektir. T_2, T_3 ve T_5 Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son testinden alınabilecek en yüksek puanı veya o puana yakın puan almıştır. Böylece bu üç öğretmen adayının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ'si çok yüksektir denilebilir. T_4'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 0,1 ve T_6'nın Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 0,6 standart sapma yüksektir. Tesla grubundaki öğretmen adaylarının hepsinin BY ST puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Ayrıca, Tesla grubuna T_2 liderlik etmiştir. Tesla grubunun Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından T_1 hariç yüksektir. T_1'in hem Arduino bilgi testi puanı hem de Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Diğer öğretmen adaylarının da hem Arduino bilgi testi puanı hem de Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Tesla grubunun Arduino bilgi testi puanı ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı paralellik göstermektedir. Tesla grubu ayrıca BY puan artışının en fazla olan grup olmasıyla birlikte Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışının da en fazla olduğu gruptur.

JC_1'in Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 0,5 standart sapma yüksek ve JC_2'nin Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasından 1.3 standart sapma yüksektir. JC_2 Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son testinden alınabilecek en yüksek puanı almıştır ve Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ'si çok yüksektir denilebilir. Ayrıca, JC_2'nin Arduino bilgi testi puanı da sınıf ortalamasından çok yüksektir. Josephine Cochrane grubuna BY puanı ve Arduino bilgi testi puanı yüksek olan JC_2 liderlik etmiştir. JC_3'ün ve JC_4'ün ise Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından 0,2 standart sapma düşüktür. Grup içinde Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanı en yüksek olan

JC_2 iken JC_3'ün ve JC_4'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanları sınıf ortalamasına yakındır denilebilir. JC_1'in ve JC_4'ün Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek, BY ST puanı sınıf ortalamasından düşüktür. JC_3'ün Arduino bilgi testi sınıf ortalamasından düşük iken BY ST puanı sınıf ortalamasından yüksektir. Josephine Cochrane grubunun da Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir.

Marie Curie grubundan MC_1'in ve MC_2'nin Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından yüksek iken MC_3'ün Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanı sınıf ortalamasına eşittir. MC_1'in Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksektir, MC_2'nin ise Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasına eşittir. MC_3'ün Arduino bilgi testi puanı ise sınıf ortalamasından düşüktür. MC_3 dışında Marie Curie grubunun Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir. Ayrıca, MC_1'in ve MC_2'nin BY ST puanları sınıf ortalamasından yüksek iken MC_3'ün BY ST puanı sınıf ortalamasından düşüktür. Marie Curie grubuna MC_1 liderlik etmiştir.

FBÖA'lar eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 kullanarak akıllı şehir tasarımı projesine yönelik grupça ders planı hazırlamışlardır. FBÖA'ların Ek 10'da verilen dönüşümcü TPAB modeli benimsenerek oluşturulan ER-TPAB modeli alt boyutlarına (Yanış ve Yürük, 2020) dayanarak incelenen ders planı puanları Tablo 4.61'de sunulmuştur. Gruplar ÖÖB alt boyutundan en az sıfır en fazla altı puan, ÖSYTB alt boyutundan en az sıfır en fazla yirmi dört puan, ÖPB alt boyutundan en az sıfır en fazla dört puan ve ÖDB alt boyutundan en az sıfır en fazla iki puan alabilmektedir. Ders planından toplamda en az sıfır en fazla otuz altı puan alınabilmektedir.

Tablo 4.61

Grupların Dönüşümcü TPAB Modeli Alt Boyutlarına göre İncelenen Ders Planı Puanları

Grup Adı	ÖÖB (0-6)	ÖSYTB (0-24)	ÖPB (0-4)	ÖDB (0-2)	Toplam (0-36)
El-Cezeri	3	19	4	1	27
Steve Jobs	3	20	3	2	29
Kepler 1	6	18	0	1	25
Kepler 2	3	17	4	1	25
Tesla	6	23	2	2	32
Josephine Cochrane	5	21	2	1	29
Marie Curie	5	22	2	1	30
Ortalama					28

Not: ÖÖB: Öğrenen Özellikleri Bilgisi, ÖSYTB: Öğretim Strateji Yöntem ve Teknik Bilgisi, ÖPB: Öğretim Programı Bilgisi, ÖDB: Ölçme Değerlendirme Bilgisi

Tablo 4.61 incelendiğinde Tesla ve Kepler 1 grupları ÖÖB alt boyutundan en fazla puan almışlardır. Josephine Cochrane ve Marie Curie grupları da ÖÖB alt boyutundan yüksek puan almışlardır. FBÖA’lar ders planlarında öğrenen özellikleri alt boyutunda bulunan önbilgileri ve öğrenme zorluklarını dikkate almışlardır. Tesla ÖSYTB alt boyutundan da en yüksek puanı almıştır. FBÖA’lar ders planlarını hazırlarken ÖSYTB alt boyutunda bulunan etik ilkeleri, güvenlik önlemlerini, öğrenme ortamı hazırlamayı, derse ilgi çekici giriş yapmayı, grup çalışmalarına aktif katılımı sağlamayı, karşılaşılabilecek problemleri belirleyebilmeyi ve çözüm üretebilmeyi, STEM entegrasyonu yapabilmeyi, projeye uygun problem durumu oluşturmayı ve Arduino Uno R3 kullanarak proje üretme sürecinde proje tabanlı öğretim yöntemi süreci aşamalarını takip edebilmeyi dikkate alabilmişlerdir. Kepler 2 ve El-Cezeri grubu ÖPB alt boyutundan en yüksek puanı almışlardır. Kepler 1 grubu ÖPB alt boyutunda puan alamamıştır. Kepler 1 grubunun kazandırmak istedikleri becerileri ve kazanımları belirlemede sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Tesla ve Marie Curie grupları ise kazanım yazma rehberine uygun kazanımlar yazamamışlardır. Tesla ve Steve Jobs ÖDB alt boyutundan en yüksek puan alan gruplardır. Tesla ve Steve Jobs grupları ders planının değerlendirme kısmında rubrikler hazırlamışlardır ve birden fazla değerlendirme yöntemi kullanmışlardır, diğer gruplar ise bir değerlendirme yöntemini kullanacaklarını ifade etmişlerdir. Bütün grupların ders planları puanları incelendiğinde en yüksek puanı yine Tesla grubu almıştır.

Tablo 4.60 incelendiğinde bütün grupların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanlarının arttığı görülmektedir. El-Cezeri ve Steve Jobs gruplarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından düşüktür. Kepler 1, Kepler 2, Tesla, Josephine Cochrane ve Marie Curie gruplarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Fakat Kepler 1 ve Marie Curie gruplarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ ön test puanları da sınıf ortalamasından yüksektir ve Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışı Kepler 2, Tesla ve Josephine Cochrane grubuna göre daha az olmuştur. Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışı en fazla Tesla grubunda olmuştur. Tesla grubunun ders planı puanı da en yüksek puandır. Tesla grubunun ders planı ders planlarına örnek olarak Ek 13’te verilmiştir. Diğer grupların da Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ’leri anlamlı düzeyde artmış olup eksiklikleri olmalarına rağmen dönüşümcü TPAB modeli alt boyutlarını ders planlarında dikkate almışlardır. Kepler 2, Tesla ve Josephine Cochrane gruplarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışları diğer gruplara göre daha fazladır. Sadece bu üç grubun (T_1 ve JC_3 hariç)

Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Bu üç grubun akıllı şehir tasarımı proje ürünleri yaratıcılık bakımından diğer gruplardan yüksek puan almıştır.

4.3. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine İlişkin Bulguların Özeti

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşlerine ilişkin bulgular bu bölümde özet şeklinde sunulmuştur. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşlerine ait temalar, kategoriler ve kodlar Tablo 4.62'de verilmiştir.



Tablo 4.62

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

TEMA	KATEGORİ	ALT KATEGORİ	KOD	ALT KOD
Eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşler	Eğitim süreci ile ilgili görüşler	Öğretmen adaylarına katkıları	Mesleki bilgi gelişimini sağlama	Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikler
				Alan bilgisi gelişimini sağlama
				Pedagoji bilgisi gelişimini sağlama
				Teknoloji bilgisi gelişimini sağlama
				Teknolojik pedagojik alan bilgisi gelişimini sağlama
				Bilimsel yaratıcı düşünme becerisini geliştirme
				✓ Özellik (Akıcılık, Esneklik, Orijinallik)
				✓ Süreç (Düşünme)
				✓ Ürün (Ürün geliştirme)
				Bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirme
Eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşler	Eğitim süreci ile ilgili görüşler	Öğretmen adaylarına katkıları	Mesleki beceri gelişimini sağlama	✓ Soyutlama
				✓ Ayırıştırma
				✓ Değerlendirme
				✓ Algoritmik düşünme
				✓ Genelleme
				✓ Hata ayıklama
				✓ Örüntü tanıma
				Eleştirel düşünme becerisini geliştirme
				✓ Sorunu tanıma
				✓ Sorunun çözümü için uygun bilgileri toplama ve seçme
Eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşler	Eğitim süreci ile ilgili görüşler	Öğretmen adaylarına katkıları	Mesleki beceri gelişimini sağlama	✓ İlgili ve sonuca götürücü varsayımları seçme ve formüle etme
				✓ Geçerli sonuçları çıkarma ve sonuçların geçerliğini tartışma

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

	İş birlikli düşünme becerisini geliştirme
	Problem çözme becerisini geliştirme
	İletişim kurma becerisini geliştirme
	Araştırma becerisini geliştirme
	El becerisini geliştirme
	Dersi günlük hayatla ilişkilendirme
	Etkinlik yaptırma
	Fen dersi kazanımlarının farkında olma
	STEM entegrasyonu yapma
	Problem durumu belirleme
	Proje tabanlı öğretim yöntemini kullanma
	Proje yaptırma
	Eğitsel robotik projeleri ile ilgili farkındalık sağlama
	Rehberlik yapma
	Teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonu yapma
	Estetik düşünmeyi sağlama
	Günlük yazmayı sağlama
	Kalıcı öğrenmeyi sağlama
	Uygulama yapmayı sağlama
	Üretken birey olmayı sağlama
	Zamanı etkin kullanmayı sağlama
	Sunum yapmayı sağlama
	İlgiyi artırması
	Merak uyandırması
	Motivasyon sağlaması
	Öz-güven geliştirmesi
	Tutum geliştirmesi
Duyuşsal özelliklere etkisi hakkındaki görüşler	

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

Eğitimde güçlü bulunan yönler	Eğitimin basitten karmaşığa doğru yapılandırılmış olması	➤ Öğrenme ve inovasyon (yenilikçi düşünme) becerilerinin gelişimine katkı sağlaması • Yaratıcı düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • Eleştirel düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ✓ Akıl yürütme becerisinin gelişimine katkı sağlaması ✓ Karar verme becerisinin gelişimine katkı sağlaması • Problem çözme becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler • İş birlikli düşünme becerisinin gelişimine katkı sağlaması • İletişim kurma becerisinin gelişimine katkı sağlaması hakkındaki görüşler ➤ Teknoloji becerilerinin gelişimine katkı sağlaması ➤ Mühendislik tasarım becerisinin gelişimine katkı sağlaması
	Eğitimin 21. yy. becerilerinin gelişimini sağlaması	
	Eğitimin bilgi gelişimini sağlaması	Alan bilgisi gelişimini sağlaması Teknoloji bilgisi gelişimini sağlaması
	Eğitimin disiplinlerarası olması	
	Eğitimin duyuşsal özelliklere etki etmesi (ilgi, motivasyon, tutum)	Öz-güven geliştirmesi İlgi çekici olması Motivasyon sağlaması
	Eğitimin günlük hayatla ilişkili olması	
	Eğitimin mesleki gelişim sağlaması	STEM entegrasyonu yapabilmeyi öğretmesi Teknolojinin eğitime entegrasyonunu yapabilmeyi öğretmesi Proje tabanlı öğrenme yöntemini kullanmayı öğretmesi Proje tasarlamayı sağlaması

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

Eğitimin sınırlılıkları	Eğitimin problem durumlarının yapılandırılmış olması
	Eğitimin yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması
	Maliyetli olması
	Grup çalışmasında sorunlar yaşanması
	Kalabalık sınıf ortamının olması
Eğitimde kolay bulunan kısımlar	Klasik sınıf ortamında işlenmesi
	Zamanın kısıtlı olması
	Devre kurma
	Kodlama yapma
	Sensör kullanma
	Günlük hayatla ilişkilendirme
	Malzeme seçimi yapma
	Problem durumu bulma
	Prototip oluşturma
	Tasarım yapma
Eğitimde zor bulunan kısımlar	İşbirliği yapma
	Çözüm üretme
	Planlı olma
	Zamanı yönetme
	Devre elemanlarının yapısı
	Devre kurma
	Direnç hesaplama
	Kodlama yapma
	mBlock kullanımı
	Algoritma yazma
	İşbirliği yapma
	Malzeme seçimi
	Karşılaşılan problemleri çözme
	Olası sorunları düşünme
	Çözüm üretme
	Planlı olma
	Tasarım yapma
	Zamanı yönetme
	Yaratıcı düşünme

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

	Eğitimde sevilen kısımlar	Arduino Uno R3'ü pille çalıştırma	
		Devre kurma	
		Kodlama yapma	
		Dersi günlük hayatla ilişkilendirme	
		Kolay edinilebilir malzemeler kullanma	
		Probleme çözüm üretebilme	
		Sensörlerin kullanımı	
		Devrenin çalışması	
		Tasarım yapma	
		Ürün oluşturma	
		Yaratıcı düşünme	
	Eğitimin verimliliği		
	Eğitimde kullanılan teknolojilere yönelik görüşler	Edmodo sanal sınıf platformu	Arduino Uno R3
			mBlock görsel kodlama programı
Fritzing devre çizim programı			
Basit ara yüzü olması			
Bildirim göndermesi			
Bilgi paylaşımını sağlaması			
Güvenilir olması			
İletişim sağlaması (öğrenci-öğrenci, öğretmen-öğrenci, öğretmen-veli)			
Bilgiye erişim sağlaması			
Ödev vermeyi-teslim etmeyi kolaylaştırması			
Sınıf yönetimini kolaylaştırması			
Teknoloji entegrasyonu yapmayı sağlaması			
Zaman yönetimini sağlaması			
Ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşler	Ders planı hazırlama sürecinde zorluk yaşanan kısımlar	Senaryo yazma	
		Kazanım belirleme	
		Kavram yanlışlığı bulma	
		STEM entegrasyonu	
		Malzeme belirleme	
		Zamanı planlama	

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler	ER uygulamaların a dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri	Mesleki beceri sahibi olma hakkındaki görüşler	Öğretme ve öğrenme sürecini yönetebilme	Beceri sahibi olabilmesi	Yaratıcı olabilme Eleştirel düşünebilme Problem çözebilme El becerisine sahip olabilme Araştırma yapabilme Analitik düşünebilme
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler	ER uygulamaların a dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri	Mesleki bilgi sahibi olma hakkındaki görüşler	Öğretim programına entegre etme Ölçme ve değerlendirme Materyal hazırlama Motivasyon sağlama Soru sorma Öğrenme ortamı hazırlama Kazanım belirleme-entegre etme Problem durumu belirleme STEM entegrasyonu Senaryo yazma Etik kuralları belirleme Ölçme ve değerlendirme	Ucuz malzeme temini Alan bilgisine sahip olma Pedagojik bilgiye sahip olma Pedagojik alan bilgisine sahip olma Teknoloji bilgisine sahip olma Teknolojik alan bilgisine sahip olma Teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olma	Bilim, fen, teknoloji okur yazarı olabilmesi Motive edici olabilmesi Yüksek motivasyona sahip olması Rehberlik yapabilmesi Sınıf yönetimini sağlayabilmesi
ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler	ER uygulamaların a dayalı STEM eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri	Mesleki bilgi sahibi olma hakkındaki görüşler	Ölçme ve değerlendirme Kavram yanlışları belirleme Zaman yönetimi	Beceri sahibi olabilmesi	Yaratıcı olabilme Eleştirel düşünebilme Problem çözebilme El becerisine sahip olabilme Araştırma yapabilme Analitik düşünebilme

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

ER uygulamaların a dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek zorluklar	Öğretmenden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar	Pedagoji ile ilgili yaşanabilecek zorluklar	Tutum ve değer sahibi olma hakkındaki görüşler	Zamanı etkin kullanabilmesi
				Çağdaş eğitim araç gereçlerini kullanabilmesi
				Aktif olabilmesi
				Lider olabilmesi
				Süreç odaklı olabilmesi
				Meraklı olabilmesi
				Öz-güvenli olabilmesi
				İlgili olabilmesi
				Sorgulayıcı olabilmesi
				Planlı olabilmesi
				Eğitim öğretimi planlayabilme
				Ölçme değerlendirme yapabilme
				Öğrenme ortamı oluşturabilme
				Kişisel ve mesleki gelişime sahip olma
				İletişim kurabilmesi ve işbirliği yapabilmesi
				Etik kurallara uyabilmesi
				Kendini geliştirebilmesi
				İşbirlikli çalışabilmesi
				Empati yapabilmesi
				Hoşgörülü, sabırlı olabilmesi
ER uygulamaların a dayalı STEM eğitiminde yaşanabilecek zorluklar	Öğretmenden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar	Pedagoji ile ilgili yaşanabilecek zorluklar	Teknoloji kullanımı ile ilgili yaşanabilecek zorluklar	Ön yargılı olmaması
				Arduino Uno R3 -bilgisayar bağlantısı yapma
				Sensör kullanımı
				Devre kurma
				Kodlama yapma
				Sınıf yönetimini sağlama
				Grup oluşturma
				Grup çalışması yaptırma
				Her grup-bireyle ilgilenme
				Alanında uzman olma
				Problem durumu bulma
				Aktif katılımı sağlama
				Etik kurallara uymayı sağlama
				Değerlendirme yapma
				Dönüt verme
				Ders anlatımı
				Motivasyon sağlama
				STEM entegrasyonu yapma
				Güvenlik önlemleri alma
				Bireysel farklılıkları dikkate alma

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

		Çevresel faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek zorluklar	Okul donanımı
			Uygulama zamanı
			Maliyet
			Eğitim ortamı
			Öğretim programı yetiştirme
			Okul yönetimi desteği
			Veli desteği
			Grup çalışması yapma hakkındaki görüşler
			Problem çözme hakkındaki görüşler
			Çok yönlü düşünme hakkındaki görüşler
			Özgün fikir üretme hakkındaki görüşler
			Teknolojiyi kullanma hakkındaki görüşler
			Kodlama yapma hakkındaki görüşler
			Fritzing kullanımı hakkındaki görüşler
			Devre kurma hakkındaki görüşler
			Malzeme kullanımı hakkındaki görüşler
			Ürün oluşturma hakkındaki görüşler
			Yaratıcı düşünme becerisi
			Eleştirel düşünme becerisi
			Problem çözme becerisi
			İş birlikli düşünme becerisi
			Bilgi işlemsel düşünme becerisi
			Karar verme becerisi
			Araştırma becerisi
			Analitik düşünme becerisi
			Mühendislik becerisi
			İletişim kurma becerisi
			Girişimcilik becerisi
			El becerisi
			Teknolojiyi kullanma becerisi
			İlgiyi artırma
			Motivasyon sağlama
			Öz-güven geliştirme
			Tutum geliştirme
			Bilgi gelişimini sağlama
			Soyut kavramları somutlaştırması
			Üretken birey olmayı sağlama

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

Kalıcı öğrenmeyi sağlaması
Günlük yaşamla ilişkilendirmeyi sağlaması
Disiplinlerarası anlayış sağlaması
Yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması
Zamanı etkin kullanmayı sağlaması
Kariyer bilinci oluşturmayı sağlaması
Sorumluluk bilincini artırmayı sağlaması
Aktif katılımı sağlaması
Bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması
Bilim insanı yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması
Dersi verimli hale getirmeyi hedeflediği için uygulanması
Özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı hedeflediği için uygulanması
Sosyal sorumluluk projesi üretmeyi hedeflediği için uygulanması
Sorgulayıcı birey yetiştirmeyi hedeflediği için uygulanması
hakkındaki görüşler
Kavram yanılgılarını gidermeyi hedeflediği için uygulanması
Öğrenci merkezli olduğu için uygulanması
Farklı zekâ türlerine hitap ettiği için uygulanması
Fen-çevre konularına uygun olduğu için uygulanması
Çok disiplinli olduğu için uygulanması
Teknolojiyi takip etmeyi sağladığı için uygulanması

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

ER uygulamaların a dayalı STEM eğitimi sürecini planlamaya yönelik öneriler	Öğrenen özelliklerine dikkat etme	Yenilikçi öğretim olduğu için uygulanması	
		Tasarım yaptırmayı sağladığı için uygulanması	
		Bireysel farklılıkları dikkate alma	
		Becerileri dikkate alma	
		Duyuşsal özellikleri dikkate alma	
		Hazırbulunuşluk düzeyini dikkate alma	
		Sınıf düzeyini dikkate alma	
		Ön bilgiyi dikkate alma	
		Kavram yanlışlarını dikkate alma	
		Öğrenci ihtiyaçlarını dikkate alma	
		Öğrenme zorluklarını dikkate alma	
		Öğrenme stillerini dikkate alma	
		Sosyo-ekonomik düzeyi dikkate alma	
		Yeteneği dikkate alma	
		21.yy. becerilerini dikkate alma	
	Öğretim programına dikkat etme	Eğitimin öğretim programındaki yeri	
		Kazanımları dikkate alma	
		Öğrenci merkezli plan hazırlama	
		Öğretim strateji, yöntem ve teknik kullanımı	
		Öğrenme ortamı hazırlama	
		Zamanı planlama	
		Öğrencinin rolü	
		Öğretmenin rolü	
	Öğretim strateji, yöntem ve tekniklerin kullanımı	Öğretmen öğrenci etkileşimi	
		Malzeme temini	
		Grup oluşturma	
		Güvenlik önlemleri belirleme	
		Etik ilkeleri belirleme	Mesleki yeterliğe yönelik etik ilkeler
			Öğrencilerle ilişkilere yönelik etik ilkeler
			Performansa yönelik etik ilkeler
			Teknoloji kullanımına yönelik etik ilkeler

Tablo 4.62 (devam)

FBÖA'ların ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi ile ilgili Görüşlerine Ait Bulgular

		Karşılaşabilecekleri problemlere karşı tedbir alma	
		Karşılaşabilecekleri problemlere çözüm üretebilme	
	Etkinlik geliştirme		Etkinliğin anlaşılır olması
			Etkinliği amacına uygun yapma
			Etkinliğin özgün olması
			Etkinlikteki kişi sayısı
			Etkinliğin sorgulamaya teşvik etmesi
		Sınıf yönetimini sağlama	
		Günlük hayatla ilişkilendirme	
		Problem durumu oluşturma	
		Soyut kavramları somut hale getirme	
		Aktif katılımı sağlama	
		Zamanı planlama	
		Eğitsel robotik kullanımı	
		Okulun fiziksel imkanları	
		Ölçme ve değerlendirme araçları	
	Ölçme ve değerlendirme yapma	Özetleyici-sonuç odaklı-düzey belirleyici (summative) ölçme ve değerlendirme yapma	
		Biçimlendirici-süreç odaklı (formative) ölçme ve değerlendirme yapma	
		Hem özetleyici hem de biçimlendirici ölçme ve değerlendirme yapma	
		Dönüt verme	
		Hem bireysel hem de grup değerlendirmesi yapma	
ER uygulamaların a dayalı STEM eğitimi ileride uygulama durumları	Uygularım diyenler		
	Uygulayamam diyenler		

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile ilgili görüşleri eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ve eğitimin gelecekte uygulanması ile ilgili görüşlerini içermektedir. FBÖA'ların eğitim sürecindeki kendi deneyimleri ile ilgili görüşleri eğitim süreci, eğitim sürecindeki kullandıkları teknolojiler ve ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşlerini içermektedir. Eğitim süreci ile ilgili görüşler ise Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikler, kendilerine olan katkılar, eğitimde güçlü bulunan yönler, eğitimin sınırlılıkları, eğitimde kolay bulunan kısımlar, eğitimde zor bulunan kısımlar, eğitimde sevilen kısımlar ve eğitimin verimliliği ile ilgili görüşleri içermektedir. FBÖA'lar Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikleri eğlenceli bulmuşlardır ve mutlu olduklarını ifade etmişlerdir. FBÖA'lar eğitimin mesleki bilgi ve becerilerinin gelişimlerini sağladığını ve duyuşsal özelliklerine etki ettiğini belirtmişlerdir. Eğitimin basitten karmaşığa doğru yapılandırılmış olması, eğitimin 21. yy. becerilerinin, gelişimini ve bilgi gelişimini sağlaması, disiplinlerarası olması, duyuşsal özelliklere etki etmesi (ilgi, motivasyon, tutum), günlük hayatla ilişkili olması, mesleki gelişimi sağlaması, problem durumlarının yapılandırılmış olması ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması eğitimin güçlü yönleri olarak ifade edilmiştir. FBÖA'lar eğitimin maliyetli olması, grup çalışmalarında sorunlar yaşanması, kalabalık sınıf ortamının olması, klasik sınıf ortamında işlenmesi ve zamanın kısıtlı olması gibi eğitimin sınırlılıkları olduğundan bahsetmişlerdir. FBÖA'lar devre kurmanın, kodlama yapmanın, sensör kullanmanın, günlük hayatla ilişkilendirmenin, malzeme seçimi yapmanın, problem durumu bulmanın, prototip oluşturmının, tasarım yapmanın, işbirliği yapmanın, çözüm üretmenin, planlı olmanın ve zamanı yönetmenin kolay geldiğini söylemişlerdir. FBÖA'lar ayrıca devre elemanlarının yapısının, devre kurmanın, direnç hesaplamanın, kodlama yapmanın, mBlock kullanımının, algoritma yazmanın, işbirliği yapmanın, çözüm üretmenin, planlı olmanın, tasarım yapmanın, zamanı yönetmenin ve yaratıcı düşünmenin zor geldiğinden söz etmişlerdir. FBÖA'lar Arduino Uno R3'ü pille çalıştırmayı, devre kurmayı, kodlama yapmayı, dersi günlük hayatla ilişkilendirmeyi, kolay edinilebilir malzemeler kullanmayı, probleme çözüm üretebilmeyi, sensörlerin kullanımını, devrenin alışmasını, tasarım yapmayı, ürün oluşturmayı ve yaratıcı düşünmeyi sevdikleri kısımlar olarak ifade etmişlerdir. FBÖA'lar eğitimi kendilerine katkı sağlaması bakımından verimli bulduklarını söylemişlerdir.

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kullandıkları teknolojiler ile ilgili görüşleri Arduino Uno R3, mBlock, Fritzing ve Edmodo ile ilgili görüşlerdir. FBÖA'lar Arduino Uno R3'ü kullanmada ve Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam

problemlerine çözüm bulmada genel olarak yeterli gördüklerini belirtmişlerdir. mBlock kullanımının hem kolay olduğunu hem de zor olduğunu düşünen öğretmen adayları bulunmaktadır. FBÖA'lar Fritzing programı ile devre çizmeyi faydalı bulmuşlardır ve Edmodo'nun avantajlarından bahsetmişlerdir.

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşleri ders planı hazırlama sürecinde kolay gelen, zor gelen ve destek almak istenen kısımlar ile ilgili görüşleri içermektedir. FBÖA'lara süreçte kazanım belirleme, problem durumu belirleme, STEM entegrasyonu yapma, senaryo yazma, etik kuralları belirleme ve ölçme ve değerlendirme yapma kısımları kolay gelmiştir. Senaryo yazma, kazanım belirleme, kavram yanlışlığı bulma, STEM entegrasyonu yapma, malzeme belirleme, zamanı planlama, öğretim programına entegre etme, ölçme ve değerlendirme yapma, materyal hazırlama, motivasyon sağlama, soru sorma ve öğrenme ortamı hazırlama kısımları da zor gelen yönleridir. FBÖA'lar ders planı hazırlama sürecinde ölçme ve değerlendirme yapmada, kavram yanlışlıklarını belirlemede, zaman yönetiminde ve ucuz malzeme temininde destek almak istediklerini belirtmişlerdir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması hakkındaki görüşler eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri, eğitimde yaşanabilecek zorluklar, gelecekte uygulama nedenleri, eğitim sürecini planlama önerileri ve eğitimi ileride uygulama durumları ile ilgili görüşleri içermektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmen yeterlikleri mesleki bilgi sahibi, mesleki beceri sahibi ve tutum ve değer sahibi olma olarak belirlenmiştir. FBÖA'lar öğretmenlerin alan bilgisine, pedagojik bilgiye, pedagojik alan bilgisine, teknoloji bilgisine, teknolojik alan bilgisine ve teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, FBÖA'lar öğretmenlerin bilim, fen, teknoloji okur yazarı olabilmesi, motive edici olabilmesi, kendisinin yüksek motivasyona sahip olması, rehberlik yapabilmesi, sınıf yönetimini sağlayabilmesi, beceri sahibi olabilmesi, zamanı etkin kullanabilmesi, çağdaş eğitim araç gereçlerini kullanabilmesi, aktif olabilmesi, lider olabilmesi, süreç odaklı olabilmesi, meraklı olabilmesi, öz-güvenli olabilmesi, ilgili olabilmesi, sorgulayıcı olabilmesi, planlı olabilmesi, etik kurallara uyabilmesi, kendini geliştirebilmesi, işbirlikli çalışabilmesi, empati yapabilmesi, hoşgörülü ve sabırlı olabilmesi ve ön yargılı olmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Eğitimi ileride uygulayacakların yaşayabileceği zorluklar öğretmenden kaynaklı ve öğrenciden kaynaklı zorluklar olarak sınıflandırılmıştır. Öğretmenden kaynaklı zorluklar

teknoloji kullanımı, pedagoji ile ilgili ve çevresel faktörlerden kaynaklı zorluklardır. FBÖA'lar teknoloji kullanımı olarak Arduino Uno R3 -bilgisayar bağlantısı yapmada, sensör kullanımında, devre kurmada ve kodlama yapmada zorluk yaşanabileceğinden bahsetmişlerdir. FBÖA'lar pedagojik olarak sınıf yönetimini sağlamada, grup oluşturmada, grup çalışması yaptırmada, her grup-bireyle ilgilenmede, alanında uzman olmada, problem durumu bulmada, aktif katılımı sağlamada, etik kurallara uymayı sağlamada, değerlendirme yapmada, dönüt vermede, ders anlatımında, motivasyon sağlamada, STEM entegrasyonu yapmada, güvenlik önlemleri almada ve bireysel farklılıkları dikkate almada zorluk yaşanabileceğini ifade etmişlerdir. FBÖA'lar okul donanımı, uygulama zamanı, maliyet, eğitim ortamı, öğretim programı yetiştirme, okul yönetimi desteği ve veli desteği gibi çevresel faktörlerden kaynaklı zorluklar yaşanabileceğini öngörmüşlerdir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte öğrencilerin beceri gelişimlerini sağlamak için uygulamak istemektedirler. FBÖA'lar öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli düşünme, bilgi işlemsel düşünme, karar verme, araştırma, analitik düşünme, mühendislik, iletişim kurma, girişimcilik, el-psikomotor ve teknolojiyi kullanma becerilerini geliştirmek için eğitimi uygulamak istemektedirler. Ayrıca, FBÖA'lar öğrencilerin ilgisini artırmak, motivasyonunu sağlamak, öz-güvenlerini geliştirmek ve tutumlarını geliştirmek için eğitimi uygulamak istemektedirler. Ek olarak, FBÖA'lar, bilgi gelişimini sağlamak, soyut kavramları somutlaştırmak, üretken birey olmayı, kalıcı öğrenmeyi, günlük yaşamla ilişkilendirmeyi, disiplinlerarası anlayışı, yaparak yaşayarak öğrenmeyi, zamanı etkin kullanmayı, kariyer bilinci oluşturmayı, sorumluluk bilincini artırmayı, aktif katılımı sağlamak için, bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi, bilim insanı yetiştirmeyi, dersi verimli hale getirmeyi, özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı, sosyal sorumluluk projesi üretmeyi, sorgulayıcı birey yetiştirmeyi ve kavram yanılgılarını gidermeyi hedefledikleri için, eğitim öğrenci merkezli olduğu için, farklı zekâ türlerine hitap ettiği için, fen-çevre konularına uygun olduğu için, çok disiplinli olduğu için, teknolojiyi takip etmeyi sağladığı için, yenilikçi öğretim olduğu için ve tasarım yaptırmayı sağladığı için uygulamak istediklerini ifade etmişlerdir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlamaya yönelik öneriler öğrenen özelliklerine, öğretim programına, öğretim strateji yöntem ve tekniklerini kullanımına ve ölçme ve değerlendirme yapmayı dikkat etme olarak belirlenmiştir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlayacaklara bireysel farklılıklar, beceriler,

duyuşsal özellikler, hazırbulunuşluk düzeyi, sınıf düzeyi, önbilgi, kavram yanılgısı, öğrenci ihtiyaçları, öğrenme zorlukları, öğrenme stilleri, sosyo-ekonomik düzey ve yetenek gibi öğrenen özellikleri dikkate almalarını önermişlerdir. FBÖA'lar öğretim programındaki 21.yy. becerilerinin, eğitimin öğretim programındaki yerinin, kazanımların ve öğrenci merkezli plan hazırlamanın göz önünde bulundurulması gerektiğini söylemişlerdir. FBÖA'lar

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlayacaklara öğrenme ortamı hazırlama, zamanı planlama, öğrencinin rolü, öğretmenin rolü, öğretmen öğrenci etkileşimi, malzeme temini, grup oluşturma, güvenlik önlemleri belirleme, etik ilkeleri belirleme, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı tedbir alma, karşılaşılabilecekleri problemlere çözüm üretebilme, etkinlik geliştirme, sınıf yönetimini sağlama, günlük hayatla ilişkilendirme, problem durumu oluşturma, soyut kavramları somut hale getirme, aktif katılımı sağlama, zamanı planlama, eğitsel robotik kullanımı ve okulun fiziksel imkanları hakkında öneriler vermişlerdir. FBÖA'lar ölçme ve değerlendirme araçlarından, özetleyici, biçimlendirici ve hem özetleyici hem de biçimlendirici ölçme ve değerlendirme yapmadan, dönüt vermeden ve hem bireysel hem de grup değerlendirmesi yapmadan bahsetmişlerdir. Son olarak, 29 FBÖA'dan 29'u da Arduino Uno R3'ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulamak istemektedirler.



BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi fen bilgisi öğretmen adaylarının (FBÖA'ların) eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inancı, bilimsel yaratıcılıkları ve bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisini, eğitim sürecinde FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıklarının gelişimini ve eğitsel robotik ile teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonunu incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın bu bölümünde bulgulardan elde edilen sonuçlar ilgili alanyazın ile tartışılmıştır. Ayrıca, bölüm sonunda araştırmacılara, eğitimcilere ve eğitim yöneticilerine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnançlarının Gelişimlerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine ve Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonuna İlişkin Bulgular

You ve Kapila'nın (2017) çalışmasında bütünleştirici TPAB bakış açısı benimsenmiş olup, robotik entegre edilmiş mesleki gelişim programının ortaokul fen ve matematik öğretmenlerinin TPAB'ın yedi alt boyutunda (TB, PB, PAB, TAB, TPB, TPAB) öz-yeterlik puanlarının gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. You ve Kapila'nın (2017) çalışmasına benzer şekilde bu çalışmada da eğitsel robotiğe dayalı STEM eğitiminin TPAB öz-yeterliğini geliştirdiği gözlemlenmektedir. Bu çalışmada farklı olarak dönüşümcü TPAB bakış açısı benimsenmiştir ve öğretmen adayları ile çalışılmıştır. You ve Kapila'nın çalışmasının ve bu çalışmanın bulgularının aksine, Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) çalışmasında öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerinin yeterince yüksek olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe dayalı STEM eğitiminde TPAB öz-yeterliklerinin yüksek olmasının ve öğretmenlerin TPAB öz-yeterliklerinin yeterince yüksek olmamasının

sebebi öğretmen adaylarının henüz hizmet içi eğitimde olmadıklarından uygulama tecrübelerinin yetersiz olması, öğretmenlerin ise yeni teknolojileri uygulamada yetersiz tecrübeye sahip olmalarıdır denilebilir. Haverback ve Parault (2011) da öğretmen adaylarının çoğunun, öğretmenlerden daha fazla öğretmen yeterliğine sahip olduklarını düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, Mallik, Rahman, Rajguru ve Kapila'ya (2018) göre bazı bireyler TPAB öz-yeterlik eksikliğinden dolayı robotiğe dayalı STEM eğitimi zorlayıcı olarak düşünebilmektedirler. Mallik, Rahman, Rajguru ve Kapila (2018) bütün robotiğe dayalı STEM eğitimlerinin aynı olmadığını, zorluk derecelerinin değişebileceğini düşünmektedirler. Mesela bazıları teknoloji kullanımı bakımından karmaşık olabilirken, bazıları ise öğrenme, öğretme veya değerlendirme (pedagoji) bakımından karmaşık olabilmektedir. Bu yüzden, TPAB gereksinimi de değişmektedir ve bireysel öğretmen ve bireysel ders için TPAB modelinin incelenmesini önermektedirler.

Jaipal-Jamani ve Angeli (2017) çalışmasında LEGO WeDo robotik kitleleri ile programlama aktivitelerine katılmanın FBÖA'ların robotiği öğretmedeki öz-yeterliklerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Jaipal-Jamani ve Angeli'nin (2017) çalışması bu çalışmanın ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını geliştirdiği bulgusunu desteklemektedir. Bu çalışmada FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarını geliştirmek için Bandura'nın (1997) uzmanlık gerektiren deneyimler içeren, dolaylı edinilen deneyimler yaşatan, stres ve negatif duyguları azaltan öğrenme ortamı sağlanmıştır. Ayrıca, sözel ikna yoluyla FBÖA'ların öğrenmeleri hakkındaki başarı inançlarını güçlendirilmiştir. Sonuç olarak, eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eğitsel robotik öğretimindeki öz-yeterlik inancını artırdığı söylenebilir.

Grupların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları ile Arduino bilgi test puanları incelendiğinde Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir. Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek olan öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları da sınıf ortalamasından yüksektir, Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından düşük olan öğretmen adaylarının eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları da sınıf ortalamasından düşüktür. FBÖA'ların puanları bireysel olarak incelendiğinde EC_1 dışındaki öğretmen adaylarının Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir. Steve Jobs, Kepler 2, Tesla ve Josephine Cochrane gruplarının Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir. MC_3 dışında

Marie Curie grubunun Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları paralellik göstermektedir. Diğer gruplardaki durumun tersine, Kepler 1 grubunun Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından düşük iken Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları sınıf ortalamasına yakındır. EC_1, MC_3 ve Kepler 1 grubu haricindeki FBÖA'ların Arduino bilgi testi puanları ile Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ son test puanları bu eğitim grubu içinde paralellik göstermiştir. Bandura (1986, 1997) öğrencilerin öz-yeterliklerinin dört kaynaktan etkilendiğini belirtmiştir. Bunlardan biri önceki deneyimleridir (ustalık deneyimi). Başarılı olarak değerlendirilen deneyimler öz-yeterliği artırırken, başarısız olarak değerlendirilen deneyimler de öz-yeterliği düşürmektedir. Bu çalışmada MC_3'ün ve Kepler 1 grubunun Arduino bilgi testi puanları düşük iken Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanlarının yüksek olmasının sebebi ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yaşadıkları eski deneyimler olarak düşünülebilir. FBÖA'lar eğitimde Arduino Uno R3 kullanarak etkinlikler yapmışlardır ve projeler tasarlamışlardır. Etkinlikleri yapabilmelerini ve projeleri tasarladıklarını görebilmeleri öz-yeterlik inançlarının yüksek olmasının sebebi olabilir. Ayrıca, Arduino Uno R3'ü bu eğitimle ilk kez deneyimledikleri için Eğitsel Robotik TPAB ÖYİÖ ön test puanlarının düşük olması beklenen bir sonuçtur.

FBÖA'lar eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 kullanarak akıllı şehir tasarımı projesine yönelik grupça ders planı hazırlamışlardır. FBÖA'ların ders planları dönüşümcü TPAB modeli alt boyutlarına dayanarak incelenmiştir. Bütün grupların ders planları puanları incelendiğinde en yüksek puanı Tesla grubu almıştır. Tesla grubu ders planında dönüşümcü TPAB modelinin alt boyutlarını diğer gruplara göre daha iyi göz önünde bulundurmıştır sonucuna varılabilir. Tesla grubu Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışı en fazla olan gruptur. Tesla grubunun eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının yüksek olması ders planı hazırlamalarında etkili olmuş sonucuna varılabilir. Diğer grupların da eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları anlamlı düzeyde artmış olup eksiklikleri olmalarına rağmen dönüşümcü TPAB modeli alt boyutlarını ders planlarında dikkate almışlardır. Bandura'ya (1997) göre öz-yeterlik inanç bilgisi dolaylı edinilen deneyimlerden (vicarious experiences) etkilenmektedir. Dolaylı edinilen deneyimler başkalarının performanslarını izleyerek öğrenmeye karşılık gelmektedir. FBÖA'lar bu çalışmada eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3'ün kullanıldığı STEM dersi örneklerini ve ders planını gözlemlemişlerdir. FBÖA'lara Arduino Uno R3'ü derslerine nasıl entegre edeceklerini, STEM entegrasyonunu nasıl yapacaklarını ve nasıl ders planı hazırlamaları gerektiğini gözleme fırsatı sunulmuştur. FBÖA'lar bu eğitimle dolaylı deneyimler edinmiş ve eğitsel robotik TPAB öz-

yeterlik inançları artmış sonucuna varılabilir. Ayrıca, bu dolaylı deneyimlerin katkılarıyla ders planlarında dönüştürücü TPAB modelinin göstergelerini göz önünde bulundurmuş olabilirler. Niess (2005) öğretmen adaylarına teknolojiyi öğrenme ve uygulama imkânı verilirse TPAB düzeylerinin artacağını belirtmiştir. Bu çalışmada öğretmen adaylarına Arduino Uno R3, mBlock, fritzing ve edmodo gibi teknolojilerin kullanımını öğrenme ve uygulama imkânı sunulmuştur. Sadece Kepler 1 grubu ders planlarında ÖPB alt boyutunda puan alamamıştır. Kepler 1 grubunun kazandırmak istedikleri becerileri ve kazanımları belirlemede sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Tesla ve Marie Curie grupları ise kazanım yazma rehberine uygun kazanımlar yazamamışlardır. Bu bulgulara dayanarak FBÖA'ların öğretim programı ile ilgili eksiklikleri olduğu sonucuna varılabilir. Öğretmen adayları 4.sınıfa kadar fen öğretim programı ile ilgili ders almış olmaktadır. Bu derste öğretim programı ile ilgili teorik bilgiler edinebilirler fakat bu bilgileri uygulamaya koymada sıkıntı yaşayabilirler. Kepler 1, Tesla ve Marie Curie gruplarının fen öğretim programı ile ilgili bilgi sahibi olabilirler fakat bu bilgileri ders planına yansıtmada başarısız olmuş olabilirler. Çetinkaya ve Tabak (2019) farklı branşlardaki öğretmen adaylarının eğitim programı okuryazarlığını incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının eğitim programı okuryazarlıkları yeterli düzeyde bulunmuştur ve “yazma”boyutu “okuma”boyutuna göre daha düşük bulunmuştur. Eğitim programı okuryazarlığının “okuma” boyutu eğitim programının öğelerini anlamayı ve yorumlamayı temsil ederken, “yazma” boyutu uygulamaya dönük becerileri temsil etmektedir. Çetinkaya ve Tabak'ın (2019) bu bulgusu FBÖA'ların öğretim programı ile ilgili eksikliklerinin nedeni desteklemektedir.

Sonuç olarak, Kepler 2, Tesla ve Josephine Cochrane gruplarının Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışları diğer gruplara göre daha fazladır. Sadece bu üç grubun (T_1 ve JC_3 hariç) Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Bu üç grubun akıllı şehir tasarımı proje ürünleri yaratıcılık bakımından diğer gruplardan yüksek puan almıştır. Bu durumda grupların Arduino bilgi testi puanları, Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanları ve proje ürünlerinin yaratıcılıkları birbiriyle paralellik göstermektedir denilebilir. Diğer bir deyişle Arduino bilgi testi puanı yüksek olanların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanı daha yüksek ve proje ürünleri daha yaratıcıdır denilebilir. Ayrıca, FBÖA'ların ders planlarını hazırlamalarında eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir.

5.2. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin uygulanması sonrası FABÖA'ların bilimsel yaratıcılık becerileri gelişmiştir. Uygulanan bağımlı gruplar t-testi sonuçlarına göre de FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Eğitimin bilimsel yaratıcılık üzerindeki etki büyüklüğü değeri orta büyüklüktedir. FBÖA'ların 7'sinin BY ST puanları düşerken 22'sinin artmıştır. Bu bulgulardan hareketle ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıklarına olumlu bir katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır.

Alanyazında eğitsel robotik kurslarının öğrencilerin ve öğretmen adaylarının yaratıcılıklarını geliştirdiğini ortaya çıkaran çalışmalar (Avcı, 2017; Badeleh, 2019; Cavas vd., 2012; Chao, 2011; Lee, Park ve Choi, 2018) bu çalışmanın bulgusunu desteklemektedir.

Alanyazındaki çalışmaların bulgularına benzer bir şekilde bu çalışmada da robotiğin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği görülmektedir. Fakat, grupların ve FBÖA'ların bireysel olarak bilimsel yaratıcılık puanlarına bakıldığında Steve Jobs grubundan beş öğretmen adayı, El-Cezeri grubundan ve Kepler 2 grubundan bir öğretmen adayının puanları düştüğü görülmektedir. Araştırmacı günlüklerine göre Steve Jobs grubunun bilimsel yaratıcılık puanlarının düşmesinin nedeni son testi acele doldurmaları olarak söylenebilir. Ayrıca, Çeliker, Tokcan ve Korkubilmez (2015) öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ile fen dersine yönelik motivasyonları arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde olduğunu bulmuşlardır. Gülel (2006) ise bireyin öz-güven eksikliği, çalıştığı alanla ilgili bilgi eksikliği, otoriteye olan bağlılığı ve alay edilme korkusu yaratıcılığının önündeki engeller olarak görmektedir. Bu çalışmada FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişmeme sebebi olarak yaratıcılığın önündeki bu engeller olarak görülebilir.

Alanyazında eğitsel robotiğin bilimsel yaratıcılığı geliştirmesi ile ilgili nicel bulguların yanı sıra öğretmen ve öğretmen adaylarının bu konuda görüşlerini içeren nitel çalışmalar da bulunmaktadır. Khanlari (2013) yedi elektrik elektronik mühendisi olan robotik öğretmenlerinin, robotiğin öğrencilerin becerilerine etkisinin neler olduğu ile ilgili algılarını ortaya çıkarmıştır. Bütün robotik öğretmenleri robotiğin öğrencilerin yaratıcılığını geliştirdiğini söylemişlerdir. Bir öğretmenin görüşü şu şekildedir:

İki tip yaratıcılık vardır. Birinci tip yaratıcılıkta öğrenciler daha önce olmayan bir buluş icat ederler. İkinci tip yaratıcılıkta ise öğrenciler var olan bir şeyi yeniden keşfederler. Robotik bu iki tipte olabilen öğrenci yaratıcılığını geliştirir.

Çömek ve Avcı'nın (2016) çalışmasında fen bilgisi öğretmenleri robotik uygulamalar ile öğrencilerin birçok beceriyi kazanabileceğini ifade etmişlerdir. Fen bilgisi öğretmenleri bu becerilerden birinin öğrencilerin yaratıcılık becerileri olduğunu belirtmişlerdir. Erdoğan, Kurt ve Toy'un (2020) çalışmasında FBÖA'lar günlüklerinde lego setleri ile yapılan uygulamaların yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da FBÖA'lar grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinin bilimsel yaratıcılık becerisine olan katkılarından bahsetmişlerdir. FBÖA'lar bu eğitimin bilimsel yaratıcılık becerilerinin her boyutunda katkısı olduğunu belirtmektedirler. FBÖA'lar ayrıca grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerisine katkısı olabileceğini söylemişlerdir. Çalışmada elde edilen bu nitel bulgular nicel bulguları desteklemektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıklarının gelişmesi için problem durumları verilip farklı ve özgün çözüm üretmeleri beklenmiştir. Arduino Uno R3 etkinlikleri yaptırılarak öğretmen adaylarının sorunlara farklı bakış açıları ile bakmaları sağlanmıştır. FBÖA'lar yaptıkları etkinlikler ve projeler sayesinde günlük yaşamlarındaki olaylara veya problemlere bakış açıları değişmiştir. FBÖA'lar projelerde kullanılan basit malzemelerle çok farklı tasarımlar yapmışlardır ve hayal güçleri gelişmiştir. Tüm bu yapılan etkinlikler ve projeler FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşüncelerini sağlamaya katkıda bulunmuştur.

5.3. ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Eguchi (2016) eğitsel robotiğin bilgi işlemsel düşünme becerilerini ve kavramlarını öğrenmede etkili bir araç olduğunu belirtmiştir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin uygulanması sonrası FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerileri gelişmiştir. Uygulanan bağımlı gruplar t-testi sonuçlarına göre de FBÖA'ların bilgisayarca düşünme ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Eğitimin bilgi işlemsel düşünme üzerindeki etki büyüklüğü orta büyüklükte etki değerindedir. Bu çalışmada da ER uygulamalarının bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 ve mblock yazılımı kullanılan bu çalışmaya benzer şekilde, Bal (2019) temel robotik kodlama eğitiminin ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna varmıştır. Noh ve Lee

(2020) programlama dersinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini bulmuşlardır. Atmatzidou ve Demetriadis (2016) eğitsel robotik kitini kullanmanın öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar eğitsel robotiğin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği bulgusunu desteklemektedir.

Bu çalışmada kullanılan bilgisayarca düşünme ölçeği algoritmik düşünme, işbirlikli düşünme, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme alt boyutlarından oluşmaktadır. Bu alt boyutlardan algoritmik düşünme, yaratıcılık ve eleştirel düşünme boyutlarında anlamlı fark çıkarken, işbirlikli düşünme ve problem çözme alt boyutlarında anlamlı fark çıkmamıştır. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin alt boyutlarından sadece işbirlikli düşünmede ve problem çözmeye gelişme olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu iki alt boyutta gelişme görülememesinin sebebi FBÖA'ların ER uygulamalarından önce de kendini işbirliği ve problem çözme konularında yeterli görmeleri olabilir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde hem Arduino Uno R3'ü tanııtma etkinliklerinde hem de proje tasarlama süreçlerinde FBÖA'lara algoritmalar yazdırılıp kodlamalar yaptırılmıştır. Bu eğitim FBÖA'ların algoritmik düşünme becerilerinin gelişimini sağlamıştır denilebilir. FBÖA'ların yaratıcı düşümlerindeki gelişim ise, bir önceki bölümde belirtildiği gibi, FBÖA'lara hayal güçlerini geliştirecek, problemlere özgün ve çeşitli çözümler sunabilecekleri etkinlikler ve projeler yaptırılması ile açıklanabilir. Bu eğitimde FBÖA'ların günlük yaşamları ile bağlantı kurularak çözüm üretmeleri sağlanmış ve grup çalışmaları yaparak farklı bakış açıları kazanmışlardır. Bu eğitim sürecinde FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşümlerine olanak sağlamıştır ve FBÖA'ların bilimsel yaratıcı düşünme becerilerinin gelişimini sağlamıştır sonucuna varılabilir. Ek olarak, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde grupça çalışma ortamı FBÖA'ların birbirlerinin fikirlerine saygı duyması, beyin fırtınası yaparak çözümler içinden en uygun ve sonuca götüren çözümü seçebilmesi için olanak sağlamıştır. FBÖA'lar projelerini tasarladıktan sonra sınıf içinde birbirlerinin projelerine de dönüt vermiş ve projelerin olumlu ya da olumsuz kısımlarını belirtmişlerdir. Eğitim sürecinde gerçekleşen bu grup çalışmalarının FBÖA'ların eleştirel düşünme becerilerine katkı sağladığı sonucuna varılabilir.

FBÖA'lar grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, algoritmik düşünme, problem çözme ve işbirlikli düşünme becerilerine katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Fakat, Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ve El-Cezeri grubundan iki öğretmen adayı ER uygulamalarına dayalı

STEM eğitiminin FBÖA'ların işbirlikli düşünme becerilerine katkı sağlamadığını belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu düşüncelerini şöyle ifade etmişlerdir:

Önceden de yeterliydim. Yani grup çalışmasında hep iyi olduğumuzu düşünüyorum. [GG_EC_2]

Ben de aynı şekilde. Önceden de yeterliydim. Yani grup çalışmasında hep iyi olduğumu düşünüyorum. Şu anda da öyle oldu bence. [GG_EC_1]

Hani çok böyle takım çalışmasını geliştirmedim benim için. Orta düzeyde. [GG_SJ_2]

Gruplar eğitim sürecinde fazla sorumluluk gerektiren proje çalışmaları yapmışlardır. Ayrıca, projeler görev paylaşımını ve zaman ayırmayı gerektiren çalışmalardır. Araştırmacı grupları bilimsel yaratıcılık puanlarına göre her grupta düşük, orta ve yüksek puan alan öğrencilerden olacak şekilde oluşturduğu için grup çalışmasında birlikte çalışamayan öğrenciler bir araya gelmiştir. Bu durum da FBÖA'ların grup çalışmalarında sorunlar yaşamasına sebep olmuştur. FBÖA'ların işbirlikli düşünme becerilerinin gelişmediklerini belirtmelerine grup çalışmasında yaşadıkları sorunlar sebep olmuş denilebilir.

Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020) çalışmasında oyunlaştırılmış eğitsel robot etkinliklerinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerine anlamlı düzeyde katkı sağladığını ifade etmiştir. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri puanları alt boyutlar açısından incelendiğinde ise problem çözme alt boyutu dışındaki alt boyutlarda anlamlı farklılık bulunmuştur. Ayrıca, Kalelioğlu ve Gülbahar (2014) çalışmasında, Scratch kullanan öğrencilerin problem çözme becerileri ile Scratch kullanmayanların problem çözme becerileri arasında anlamlı bir farkın olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ifade etseler de bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da FBÖA'ların uygulama öncesi ve sonrası problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bilgi işlemsel düşünme problem çözme süreci olarak tanımlansa da bu alt boyutta gelişme gözlemlenmemiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin soyutlama, ayırıştırma, algoritmik düşünme, değerlendirme, hataları ayıklama, örüntü tanıma ve genelleme bileşenlerine katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. FBÖA'lara süreçte problemi tanımlayacakları (soyutlama), problemleri küçük parçalara ayıracakları (ayırıştırma), problem çözümü için gerekli adımları belirleyecekleri (algoritmik düşünme), hataları bulup düzeltecekleri (değerlendirme ve hataları ayıklama), farklı problemlerde kullanılan bir dizi komutu tanıyabilecekleri (örüntü tanıma) ve önceki problem ile mevcut problem arasındaki ilişkiyi anlayabilecekleri (genelleme) tarzda etkinlikler yaptırılmıştır. Etkinlik kağıtları hazırlanırken bu basamaklara dikkat edilmiştir. Böyle etkinlikler

tasarlanarak FBÖA'ların bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişimini sağlamak amaçlanmıştır.

Bilgi işlemsel düşünme eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, problem çözme, algoritmik düşünme ve işbirlikli düşünme gibi becerileri kapsayan ve ölçülmesi zor bir beceri olarak görülmektedir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Korkmaz vd., 2015). Ayrıca, Atmatzidou ve Demetriadis (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisinin birden fazla değerlendirme aracı ile ölçülmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıkları hem nicel yöntemle hem de nitel yöntemle ölçülmüştür, bilgi işlemsel düşünme becerileri ise sadece nicel yöntemle ölçülmüştür. Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin nitel olarak incelenip bilgi işlemsel düşünme becerisinin alt boyutları derinlemesine incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

5.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Görüşlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Grup görüşmelerinin, yansıtıcı günlüklerin ve ders planlarının analizi sonucunda FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi hakkındaki görüşleri eğitim sürecindeki kendi deneyimlerine ilişkin görüşler ve eğitimin gelecekte uygulanması ile ilgili görüşler şeklinde iki temaya ayrılmıştır. Bu bölümde FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitime yönelik görüşlerinden elde edilen sonuçlar kategoriler halinde sunulmuştur ve alanyazındaki diğer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5.4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitimi Sürecindeki Deneyimlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecindeki kendi deneyimleri ile ilgili görüşlerini eğitim süreci, eğitimde kullanılan teknolojiler ve ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşleri oluşturmaktadır.

FBÖA'ların eğitim süreci ile ilgili görüşleri Arduino Uno R3 ile yapılan etkinlikler, FBÖA'lara katkıları, eğitimin güçlü yönleri ve sınırlılıkları, eğitimin kolay bulunan, zor bulunan ve sevilen kısımları ve eğitimin verimliliği ile ilgili görüşlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerin FBÖA'ları mutlu ettiği, eğlendirdiği sonucuna varılmıştır. Eguchi (2014) eğitsel robotiğin etkili olmasının sebeplerinden birinin eğlenceli bir öğrenme ortamı oluşturması olarak ifade etmiştir. Bu çalışmada varılan sonucu Küçük ve Şişman'ın (2017), Başaran'ın (2018), Erdoğan'ın

(2019), Avcı'nın (2017) ve Erten'in (2019) çalışması desteklemektedir. FBÖA'ların bu çalışmada yaptırılan Arduino Uno R3 etkinliklerinden örnek olarak yürüyen ışık yapmaları ve ışığın sırayla yanmalarını görmeleri onları mutlu etmiştir. FBÖA'lar etkinliklerde algoritmalarını yazdıktan, devrelerini kurduktan ve kodlamalarını yaptıktan sonra bilgisayara yükleyip çalıştığını görmek onları mutlu etmiştir. Ayrıca, FBÖA'ların görüşlerinden Arduino Uno R3 etkinliklerinin ilgi çekici olduğu, FBÖA'ların öz-güvenlerini geliştirici olduğu, günlük hayatla ilişkili ve STEM eğitimini kavratan etkinlikler olduğu, grupla çalışmayı ve yaratıcı düşünme becerilerini kullanmayı gerektiren etkinlikler olduğu söylenebilir. Yıldırım ve Altun'un (2015) çalışmasında STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının FBÖA'ların ilgilerini artırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri mühendislik uygulamalarının derse olan ilgiyi artırmada etkili olacağını belirtmişlerdir. Gültepe'nin (2018) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri, kodlama öğrenmenin öğrencilere öz-güven kazandırdığını belirtmişlerdir. Avcı'nın (2017) yaptığı çalışmada FBÖA'lar robotik projelerini gündelik hayat ile iletişim kurabilen bir süreç olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılık becerisini geliştireceğini ve öz-güven kazandırdığını söylemişlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi de bu çalışmalarda benzer süreçleri içerdiğinden sonuçları alanyazındaki bu çalışmalarla benzetilmektedir. FBÖA'lar bu eğitimde Arduino Uno R3'ü ilk defa kullandıkları için ilgilerini çekmiş, etkinliklerde kullandıkları sensörleri günlük hayatla ilişki kurarak (mesafe sensörü ile araba park sensörü yapmak gibi) etkinliği tamamlamak ilgilerini çekmiş ve Arduino Uno R3'ü kullanarak devrelerini ve kodlarının çalıştığını görmek öz-güvenlerini artırmış olabilir.

Tunç (2019) STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi program uyguladıktan sonra öğretmenler STEM eğitiminin kişisel ve mesleki olarak kendilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin kendilerine mesleki bilgi, mesleki beceri ve duyuşsal özelliklerin gelişimi konularında katkısı olduğunu düşünmektedirler. Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, FBÖA'ların alan bilgileri, pedagoji bilgileri ve teknoloji bilgileri hakkındaki görüşlerinden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin alan bilgilerinin, pedagojik bilgilerinin, teknoloji bilgilerinin ve teknolojik pedagojik alan bilgilerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülmektedir. Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) fen ve matematiğin robotik kullanılarak öğretiminde öğretmenler için en önemli olan

gereksinimleri teknoloji bilgisi, pedagoji bilgisi ve alan bilgisi olarak ifade etmişlerdir. Bu anlamda ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara katkı sağladığı düşünülmektedir. Tunç'un (2019) çalışmasında STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programının matematik, fen bilimleri ve bilişim teknolojileri branşlarındaki öğretmenlere senaryo temelli öğrenmede, bilimsel sorgulamada, disiplinlerarası yaklaşımı öğrenmede ve proje tabanlı öğrenmede katkısı olduğu bulguları elde edilmiştir. Bu bulguların neticesinde hizmet içi eğitim programının öğretmenlerin pedagojik bilgilerine katkıda bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, robotiğin uygun öğretim yöntem ve teknikler kullanılarak fen eğitimine entegre etmelerini sağlaması da ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara diğer katkısıdır. Avcı (2017) çalışmasında Lego Mindstorm robotik projelerinin uygulanması sonucunda öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgilerinin geliştiğini ortaya koymuştur. Başaran'ın (2019) yaptığı çalışmada öğretmen adayları robotik uygulamaların robotik ile ilgili bilgi seviyelerini artırdığını belirtmişlerdir. Williams, Ma, Prejean, Ford ve Lai (2007) robotik kampında yapılan robotik uygulamaların öğrencilerin fizik alanındaki bilgilerini artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) STEM eğitimi etkinliklerinin öğretmen adaylarının kimya alan bilgisine katkıda bulunduğunu ortaya çıkarmışlardır. Erten'in (2019) çalışmasında 5., 6. ve 7. sınıf öğrencileri robotik öğretiminin bilgi kazanımı sağladığını düşünmektedirler. Bu çalışmanın sonucuna benzer şekilde alanyazındaki robotik uygulamalarla yapılan çalışmaların sonucunda öğrenenlerin alan bilgisinin, teknoloji bilgisinin, pedagoji bilgisinin ve teknolojik pedagojik alan bilgisinin geliştiği düşünülmektedir. ER-uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin Arduino Uno R3 etkinlikleri ile fizik alanında devre tasarımı ve elektrik konusunda katkı sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca, FBÖA'ların tasarladıkları projeler ile eğitimin biyoloji alanında da katkı sağladığı görülmektedir. FBÖA'lar akıllı sera tasarımı projelerini fotosentezi etkileyen etmenleri düşünerek tasarlamışlardır. Akıllı şehir tasarımı projelerinde ise kuşların rüzgâr gülüne çarpıp-maması için, su baskınlarını önlemek için ve orman yangınlarını söndürmek için projeler tasarlayarak çevre konularına çözüm üretmek istemişlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara fizik, biyoloji ve çevre alanlarında katkı sağladığı görülmektedir. Bu eğitimde FBÖA'ların ER'yi derslerine proje tabanlı öğrenme yöntemini ve mühendislik tasarım sürecini kullanarak entegre etmeleri, STEM disiplinlerini entegre etmeleri, ER TPAB modelini ders planlarında kullanmaları anlatılmıştır. Ayrıca, FBÖA'lara Arduino Uno R3, mBlock, Fritzing ve Edmodo gibi teknolojilerin kullanımları anlatılmıştır ve uygulamalar yaptırılmıştır. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM

eğitimi sayesinde alan bilgisine, teknoloji bilgisine, pedagoji bilgisine ve teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip donanımlı öğretmenler olacakları sonucuna ulaşılabilir.

FBÖA'lar ayrıca ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin kendilerine mesleki beceri kazandırma konusunda katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların öğrencilerin becerisini geliştirme ve kendi becerilerinin gelişimi, dersi günlük hayatla ilişkilendirme, eğitsel robotik ile ilgili etkinlik yaptırma, fen dersi kazanımlarının farkında olma, STEM entegrasyonu yapma, problem durumu belirleme, proje tabanlı öğretim yöntemini kullanma, eğitsel robotik ile ilgili proje yaptırma, eğitsel robotik projeleriyle ilgili farkındalık kazandırma, rehberlik yapma, TPAB entegrasyonu yapma, günlük yazma, kalıcı öğrenme, uygulama yapma, üretken birey olma, zamanı etkin kullanma ve sunum yapma konularında mesleki beceri gelişimlerine katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu sonuçların alanyazın ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. FBÖA'lar ders planlarında STEM ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu yapmışlardır, eğitim sürecinde projeler tasarlamışlardır, farklı grupların projelerini görerek farkındalıkları artmıştır, proje ürünü üreterek üretken bir birey olduklarını hissetmişlerdir, günlük yazmışlardır, projelerini sunmuşlardır ve proje ürünü tasarlarırken zamanı etkin kullanmanın önemini anlamışlardır. FBÖA'lar tüm bu süreçlerden geçtikleri için bu konularda eğitimin katkısı olduğunu düşünebilirler.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların bilimsel yaratıcılık, bilgi işlemsel düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme, problem çözme, iletişim kurma, araştırma ve el becerilerinin gelişimine katkı sağladığı sonucuna varılmıştır. Alanyazında da robotik uygulamaların veya robotik STEM uygulamalarının öğrenenlerin yaratıcı düşünme becerisini (Akdağ ve Güneş, 2017; Çömek ve Avcı, 2016; Erdoğan, 2019; Badeleh, 2019; Kaygısız, Üzümcü ve Uçar, 2020; Khanlari, 2013; Jun, 2015; Zawieska ve Duffy, 2015), bilgi işlemsel düşünme becerisini (Oluk ve Korkmaz, 2018; Numanoğlu ve Keser, 2017), eleştirel düşünme becerisini (Çömek ve Avcı, 2016; Erdoğan, 2019; Khanlari, 2013), işbirlikli düşünme becerisini (Akçay, 2018; Akdağ ve Güneş, 2017; Badeleh, 2019; Erdoğan, 2019; Kaygısız, Üzümcü ve Uçar, 2020; Khanlari, 2013), problem çözme becerisini (Akdağ ve Güneş, 2017; Erdoğan, 2019; Erten, 2019; Kaygısız, Üzümcü ve Uçar, 2020), iletişim kurma becerisini (Akçay, 2018; Erdoğan, 2019; Khanlari, 2013) ve el (psikomotor) becerilerini (Akdağ ve Güneş, 2017; Avcı, 2017; Çömek ve Avcı, 2016; Erten, 2019; Küçük ve Şişman, 2017; Yolcu, 2018) geliştirdiği görüşleri yer almaktadır. Bu çalışmaların

sonuçları neticesinde robotik STEM ve STEM uygulamalarının öğrenenlerin 21.yy. becerilerine olumlu katkılar sağladığı söylenebilir. Bu eğitim ile FBÖA'lar proje tabanlı öğretim ile projeler üreterek probleme ER kullanarak çözümler üretmişler problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerileri gelişmiş, özgün ve farklı fikirler düşünerek yaratıcı düşünceleri tetiklenmiş, grup çalışması yaparak ortak kararlar almış işbirlikli çalışma ve eleştirel düşünme becerileri gelişmiş, proje tasarımı yaparak el becerileri gelişmiş ve birbirleriyle iletişim halinde oldukları için iletişim becerileri gelişmiş olabilir sonucuna varılmıştır. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sayesinde yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme, problem çözme, bilgi işlemsel düşünme gibi 21.yy. becerilerine sahip daha donanımlı öğretmenler olacakları sonucuna varılabilir.

Eguchi (2015) eğitsel robotiğin öğrenciler için gerçek yaşam problemlerini çözmelerine olanak sağlayacak ortamlar oluşturduğunu söylemiştir. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar (2020) sınıf öğretmenlerinin robotik entegre edilmiş STEM eğitimi hakkındaki günlük yaşamla bağlantı kurmayı sağlaması görüşlerini bilişsel bir kazanım olarak belirtmişlerdir. NRC (2012) de öğretmenlerin STEM'i uygularken günlük yaşam ile ilişkilendirme yapabilmeleri gerektiğini vurgulamıştır. Eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitimine katılan FBÖA'ların günlük yaşamla bağlantı kurması ve dersini ilişkilendirmesi eğitimin katkılarından biri olup bu gereksinimi karşılamaktadır.

Bakırcı ve Kutlu'nun çalışmasında (2018) fen bilimleri öğretmenleri STEM etkinliklerinin öğrencilere farkındalık kazandırdığını düşünmektedir. Tunç'un (2019) çalışmasında matematik, fen bilimleri ve bilişim teknolojileri öğretmenleri STEM eğitiminin kendilerine farkındalık kazandığını dile getirmişlerdir. Bu çalışmada da FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile öğrencilere robotik projeler ile ilgili farkındalık kazandırabilecekleri görüşüne sahiptirler. FBÖA'lar proje yapma sürecinde araştırma yaparak farklı robotik projelerle karşılaştığından farkındalık kazanmışlardır denilebilir. Alanyazındaki çalışmalar bu çalışmayı farkındalık kazandırma anlamında desteklemektedir.

Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) ve Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM yaklaşımının üretken bireyler yetiştirmede etkili olacağını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da FBÖA'lara proje ürünleri tasarlatılıp üretken bireyler olmaları sağlanmıştır. FBÖA'lar bu yaklaşımı kullanarak üretken bireyler yetiştirme amacını gerçekleştirmeleri ön görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuç öğretmen görüşleri ile benzerlik göstermektedir.

Tunç'un (2019) ve Erten'in (2019) çalışmasında STEM etkinliklerinin ve robotik öğretiminin proje odaklı çalışmayı sağlaması bu çalışmanın bulgusu ile benzerlik göstermektedir. Alanyazındaki bu çalışmalar ışığında ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara proje tabanlı öğretim yöntemini kullanmada ve eğitsel robotik ile ilgili proje yapmada tecrübeler kazandırdığından mesleki beceri gelişimlerine katkıda bulunmuştur sonucuna varılmıştır.

Akdağ ve Güneş'in (2017) enerji konusunda yapılan STEM uygulamalarıyla ilgili çalışmasında fen lisesi öğrencileri zamanı daha etkin kullanmayı öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada olduğu gibi FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin zamanı daha etkin kullanmalarına katkıda bulunduğundan bahsetmişlerdir. FBÖA'lar ilk akıllı sera projelerini tasarlariken zamanı planlamada güçlük çekerken akıllı şehir tasarımı projesinde kendilerini bu anlamda geliştirmişlerdir.

FBÖA'lar STEM uygulamalarıyla bilgilerin teorikten pratiğe dönüştüğünü ve bilgilerin hayatta uygulanabilir hale dönüştüğünü düşünmektedirler (Bektas ve Aslan, 2019). Aynı şekilde bu çalışmada da FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen konuları ile ilgili teorik bilgilerini uygulamaya koyma açısından katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu eğitimde sadece probleme çözüm üretmemişler aynı zamanda çözümlerini uygulamaya koymuşlardır. Arduino Uno R3 etkinliklerinde de elektrik konusundaki teorik bilgilerini uygulama olanakları olmuştur.

Alanyazında STEM etkinliklerinin (Bektas ve Aslan, 2019; Ensari, 2017; Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar, 2017) ve robotik entegre edilmiş STEM eğitiminin (Erten, 2019; Kaygısız, Üzümcü ve Uçar, 2020) kalıcı öğrenme sağladığı görüşüne ulaşılmıştır. Alanyazındaki çalışmalardan görüldüğü gibi, robotik entegre edilmiş STEM etkinliklerinin kalıcı öğrenme sağlaması ile ilgili görüşler bu çalışmadaki FBÖA'ların görüşlerini desteklemektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'lara mesleki beceri olarak eğitsel robotik ile ilgili etkinlik yaptırma, fen dersi kazanımlarının farkında olma, STEM entegrasyonu yapma, problem durumu belirleme, rehberlik yapma, TPAB entegrasyonu yapma, günlük yazma ve sunum yapma konularında mesleki beceri gelişimlerine katkı sağlaması alanyazından farklı olarak bu çalışmaya özgü bulunan bulgulardandır.

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, FBÖA'ların görüşlerinden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki bilgi ve becerinin yanı

sıra duyuşsal özellikleri temsil eden robotik uygulamalara karşı ilgiyi artırdığı, derse karşı merak uyandırdığı, FBÖA'ların motivasyonunu sağladığı, öz-güvenlerinin ve tutumlarının gelişimine katkı sağladığı görülmektedir. Alanyazında eğitsel robotik setlerin kullanılmasının öğrencilerin ilgilerini ve motivasyonlarını artırdığı (Akçay, 2018; Khanlari, 2013; Kılınç, 2014; Mallik, Rahman, Rajguru ve Kapila, 2018; Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud ve Dong, 2013; Oluk ve Korkmaz, 2018; Yolcu, 2018), öz-güvenlerini artırdığı (Başaran, 2019; Erten, 2019; Kılınç, 2014) ve tutumlarının olumlu yönde etkilendiğini (Çömek ve Avcı, 2016; Özdoğru, 2013) belirten çalışmaların bulguları bu çalışmanın bulgularını desteklediği görülmektedir.

Yalçın (2011) STEM uygulamalarının öğretmen adaylarının mesleki hayatlarına katkı sağlamada önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmayla da ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların mesleki yaşantılarına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Özetle, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğretmen adaylarına mesleki bilgi gelişimi, mesleki beceri gelişimi konularında katkı sağladığı ve duyuşsal özelliklere etki ettiği çıkarımı yapılabilir.

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin basitten karmaşığa doğru yapılandırılmasının, beceri gelişimini sağlamasının, bilgi gelişimini sağlamasının, disiplinlerarası olmasının, duyuşsal özelliklere etki etmesinin, günlük hayatla ilişkili olmasının, mesleki gelişim sağlamasının, problem durumlarının iyi yapılandırılmış olmasının ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlamasının güçlü yönleri olduğu görülmektedir.

Tunç'un (2019) çalışmasında STEM uygulamalarında parça isimlerinin ve işlevlerinin basitten zora doğru olarak verilmesi belirtilmiştir. Üçgül (2012) çalışmasında ilköğretim düzeyindeki çocuklar için tasarladığı eğitsel robot kamp eğitiminde basitten karmaşığa giden bir yapı izlenmelidir sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerle başlayıp proje tasarlama etkinlikleriyle sonlandırılmıştır. FBÖA'lar eğitimin bu şekilde basitten karmaşığa doğru olmasının eğitimin güçlü bir yönü olduğunu düşünmektedirler. Tunç'un (2019) ve Üçgül'ün (2012) çalışması FBÖA'ların bu görüşünü desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin hem kendi beceri gelişimlerine katkıda bulunduğunu hem de öğrencilerin beceri gelişimine katkıda bulunacağı görüşünü savunmuşlardır. Alanyazında STEM veya robotik STEM uygulamalarının 21.yy. becerileri olan yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli düşünme, problem çözme, iletişim kurma

ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Alanyazındaki bu çalışmalar eğitimin FBÖA'lara katkısını tartışma bölümünde sunulmuştur. FBÖA'lar bu çalışmada bu eğitimin 21.yy. becerilerini geliştirmesinin güçlü bir yönü olduğunu düşünmektedirler.

FBÖA'lar bir diğer güçlü yön olarak eğitimin disiplinlerarası bakış sağlamasının olduğu görüşündelerdir. Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatar (2017) ve Bektas ve Aslan (2019) STEM eğitimi etkinliklerinin disiplinlerarası bakış sağladığı bulgusunu elde etmişlerdir. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 setleriyle fen dersini diğer disiplinlerle bütünleştirerek öğretim yapılacağını ve öğrencilerin disiplinlerarası bir eğitim göreceklarını belirtmişlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde fen disiplini teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bütünleştirilerek FBÖA'ların disiplinlerarası bakış oluşturmaları sağlanmıştır. Alanyazındaki çalışmalara benzer şekilde robotik ve STEM uygulamalarının disiplinlerarası bir doğası olduğu ve öğretmen adaylarına, öğretmenlere disiplinlerarası bir bakış sağladığı sonucuna varılabilir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların derse karşı ilgisini, motivasyonunu, tutumunu ve öz-güvenlerini geliştirmesi FBÖA'lara sağladığı katkılardandır. Alanyazındaki STEM veya robotik STEM etkinliklerinin öğrencilerin ilgisini, motivasyonunu, tutumunu ve öz-güvenini geliştirmesi ile ilgili çalışmalara, eğitimin FBÖA'lara sağladığı katkıları tartışma bölümünde yer verilmiştir. Bu çalışmada FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin duyuşsal özelliklere etki etmesinin eğitimin güçlü bir yönü olduğunu söylemişlerdir. Bu bulgulara dayanarak eğitsel robotik uygulamaların öğrencilerin sadece bilişsel değil ayrıca duyuşsal alanda da gelişimlerini sağladığı sonucuna varılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin günlük yaşamla ilişki kurabilmelerini sağlamalarını kendilerine olan katkısı, eğitimin güçlü bir yönü ve eğitimi uygulama nedenlerinden biri olarak bahsetmişlerdir. STEM veya robotik STEM etkinlikleri ve mühendislik uygulamaları günlük yaşamla bağlantılı bir problemle başlamaktadır. Bu sayede öğretmen adayları, öğretmenler ve öğrenciler günlük hayatla ilişki kurabilmeyi öğrenmektedirler. Bu eğitimde de tüm etkinlikler günlük yaşam problem ile başlamaktadır ve bu eğitim FBÖA'ların günlük yaşamla ilişki kurabilmesini sağlamıştır. Akgün, Tokur ve Duruk (2016) bireylerin öğrenecekleri kavramları günlük yaşamlarıyla ilişkilendirebilmelerinin o bireylerin kalıcı öğrenmelerini sağlamasıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin kavramları etkili öğrenebilmelerinde bu kavramları günlük

hayatlarıyla ilişkilendirebilmeleri önem taşımaktadır. 21.yy.'da ülkelerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlere ilişkin çözüm önerileri geliştirebilen bireyler yetiştirmesi önemli bir yere sahiptir (NRC, 2009). ER ve STEM uygulamalarının günlük hayatta ilişki kurmayı sağlaması da fen kavramlarını öğretmede ve günlük hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm önerileri geliştirebilen bireyler yetiştirmede önem taşımaktadır sonucuna varılabilir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin mesleki gelişim sağlamanın eğitimin güçlü bir yönü olduğundan bahsetmişlerdir. Tunç'un (2019) çalışmasında STEM bütünlük öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programına katılan öğretmenler hizmet içi STEM eğitimlerinin öğretmenlerin kişisel ve mesleki gelişimine katkıda bulunduğunu düşünmektedirler. Bu çalışmada da ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların mesleki bilgi, beceri ve duyuşsal alan özelliklerinin gelişimlerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. 21.yy. da öğretmenlik yapacak bireylerin mesleki gelişimlerine katkıda bulunan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğretmen eğitimi için önemli bir yere sahiptir denilebilir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde FBÖA'ların yaratıcı düşünme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini işe koşacak şekilde problem durumları oluşturulmuş ve günlük yaşamla ilişkilendirilmiştir. FBÖA'lardan bu problem durumlarına yönelik projeler tasarımları istenmiştir. Bybee (2010) STEM yaklaşımının amacı problem durumuna göre ürün geliştiren ve bu ürünü günlük yaşamda uygulamaya koyan bireyleri yetiştirmek olduğunu ifade etmiştir. Bu yüzden problem durumlarının geliştirilmesi düşünülen değişkenlerin göz önünde bulundurularak kurgulanmış olması önemlidir. Bu çalışmada problem durumları özgün çözümler üretmeye uygun yapılandırılmıştır. FBÖA'lar eğitimin bu özelliğinin güçlü bir yönü olduğunu belirtmişlerdir.

Alanyazında STEM etkinliklerinin yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağladığı belirtilmiştir (Akdağ ve Güneş, 2017; Bakırcı ve Kutlu, 2018). Erten'in (2019) çalışmasında öğretmenler robotik öğretiminin avantajı olarak yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlama şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir. Alanyazındaki çalışmalardan yaparak-yaşayarak öğrenmenin STEM ve robotik eğitiminin olumlu bir yönü olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da FBÖA'lar süreç boyunca aktif bir şekilde çalışmışlardır ve uygulamalar yapmışlardır. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlamanın eğitimin güçlü bir yönü olduğunu söylemişlerdir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin maliyetli olması, heterojen grup oluşturulması, kalabalık sınıf olması, klasik sınıf ortamında işlenmesi ve zamanın kısıtlı olması gibi

sınırlılıkları olduğu sonucuna da varılmıştır. Alanyazında robotik kitlerin pahalı olduğundan bahsedilmektedir (Erten, 2019; Oluk ve Korkmaz, 2018). Alanyazında STEM etkinliklerinin ve robotik destekli derslerin zaman sıkıntısı (Avcı, 2017; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Cavas vd., 2012; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017), maddi sıkıntı (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Cavas vd., 2012; sınıf ve laboratuvar koşullarının uygun olmaması (Oluk ve Korkmaz, 2018; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017) ve öğrenci sayısının çok olması (Oluk ve Korkmaz, 2018) gibi sınırlılıkları olduğu görülmektedir. Usluel, Mumcu ve Demirarslan'ın (2007) çalışmasında öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojilerini entegre etmelerinin önündeki engellerden birinin fiziksel mekânın uygun olmaması bulgusu elde edilmiştir. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bu sınırlılıkları dile getirmelerinde yaşadıkları deneyimlerin ve gözlemlerinin etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın bulgularının sonucunda ve alanyazındaki çalışmaların ışığında öğretmenlerin yeterli zamanının olmaması, ders saatlerinin süresinin az olması, fiziksel mekânın uygun olmaması, robotik kitlerin maliyetli olması ve sınıf mevcudu robotik destekli derslerin işlenmesinin önündeki ana sınırlılıklardır. Bu çalışmaya özgün olarak FBÖA'lar grupların belirli bir kritere bağlı kalarak farklı düzeydeki öğrencileri bir araya getirerek heterojen bir şekilde oluşturulmasını da eğitimin sınırlılığı olarak belirtmişlerdir. FBÖA'lar bu eğitimde etkinlikleri yaparken ve projelerini tasarlarken zaman problemi yaşamışlardır. Eğitim sürecinde eğitime özel bir ortam olmadığı için dersler hem bilgisayar laboratuvarında hem de klasik sınıfta işlenmiştir ve FBÖA'lar projelerini taşımak durumunda kalmışlardır. FBÖA'lar grup çalışmalarında problemler de yaşamışlardır. FBÖA'lar ER maliyetinin yüksek olduğunu düşünmektedirler. Tüm bu sebeplerden dolayı FBÖA'lar eğitimin sınırlılıkları olduğunu söylemişlerdir. Alanyazındaki çalışmalardan yola çıkarak bu sınırlılıkların sadece eğitsel robotik uygulamalarına dayalı STEM eğitime ait olmadığı ülkemizde genel olarak öğrencilerin işe koşulduğu, aktif bir şekilde katılım gerektiren ve teknoloji kullanımını gerektiren uygulamalar için yeterli bütçe ayrılmadığı, sınıf mevcutlarının kalabalık olması, öğrenme ortamları sağlanamaması gibi problemlerle karşılaşmaktadır. Yaşanılan bu problemlerin gelecekte uygulanacak eğitimler için yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurmanın ve kodlama yapmanın eğitimin kolay yönleri olduğu görülmektedir. Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde devre kurmanın ve kodlama yapmanın kolay gelmesinin sebebi proje tasarlamaya göre daha kolay etkinlikler olması olabilir. Ayrıca, FBÖA'lara ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde

akıllı şehir tasarımı proje ürününü geliştirirken devre kurmanın, kodlama yapmanın, günlük hayatla ilişkilendirmenin, malzeme seçiminin, problem durumu bulmanın, prototip oluşturma, tasarım yapmanın, işbirliği yapmanın, çözüm üretmenin, planlı olmanın ve zamanı yönetmenin kolay geldiği görülmektedir. FBÖA'lar eğitim sürecinin başından beri devre kurdukları, kodlama yaptıkları, grupça çalıştıkları için ve projelerinde problemleri belirleyip çözüm ürettikleri için, çözümlerini günlük hayatla ilişkilendirdikleri için, akıllı sera projesinde deneyim kazandıkları için ve tüm bu süreçte bu konularda geliştikleri için akıllı şehir tasarımı projesinde kolaylık yaşamışlardır.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecinde Arduino Uno R3 ile yapılan etkinliklerde algoritma yazma, Arduino Uno R3'ün yapısını anlama, deney tahtasının kullanımı, devre elemanlarının yapısını anlama, devre kurma, direnç hesaplama, kodlama yapma ve mBlock kullanımı gibi zor bulunan yönlerinin olduğu görülmektedir. Ayrıca, FBÖA'ların akıllı sera tasarımı projesini tasarlarken devre kurma, grup çalışmasındaki işbirliği, malzeme seçme, olası sorunları düşünme, özgün fikir üretme, planlı olma, prototip çizme, sensör kullanımı, sorun çözme, tasarım yapma, tasarıma karar verme ve zaman yönetimi gibi konularda güçlük yaşadıkları görülmektedir. Ek olarak, FBÖA'ların akıllı şehir tasarımı proje ürününü geliştirirken devre kurma, kodlama yapma, çözüm önerisi üretme ve tasarım yapma gibi konularda güçlük yaşadıkları görülmektedir. FBÖA'lar Arduino Uno R3'ü tanıdıktan sonra akıllı sera projesini daha sonra da akıllı şehir tasarımı projesini yapmışlardır. Bu yüzden ilk başlarda Arduino Uno R3'ü tanıma etkinliklerinde ve akıllı sera tasarımı projesinde, akıllı şehir tasarımı projesine göre daha fazla zorluk çektikleri söylenebilir. FBÖA'ların akıllı sera tasarımı projesinde zorluk yaşanan konularda akıllı şehir tasarımı projesinde zorluk yaşamamalarının sebebi ise FBÖA'ların eğitim sürecinde zamanla gelişim göstermesi ve tecrübe kazanmalarından sonucuna varılabilir.

Erten'in (2019) çalışmasında 5. sınıf öğrencileri kodlama yapmanın ve herhangi bir hata olduğunda en baştan kontrol etmenin zor olduğunu dile getirmişlerdir. Robotik eğitiminde karşılaştıkları zorluklar ele alındığında öğrencilerin robotu birleştirme, kodlama yapma, parçaların yerlerini karıştırma (devre kurmada olduğu gibi), devrelerin çalışmaması, yorucu olması, daha önceden karşılaşmadıkları bir temayı tasarlama, tasarım yaparken ellerin acıması gibi zorluklar yaşadıkları belirtilmiştir. Erten'in (2019) çalışmasında robotik eğitiminde karşılaştıkları zorluklar ele alındığında öğretmenler maliyeti yüksek setlerin olması, materyal eksikliği, sınıf yönetimi, malzemenin zarar görmesi, hazırbulunuşluğu düşük öğrencinin olması, kalabalık sınıfların olması, öğrenme güçlüklerinin olması ve

yetersiz elektronik bilgisi gibi zorluklar yaşadıklarından bahsetmişlerdir. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır'ın (2017) çalışmasında STEM eğitimi etkinliklerinin en zor kısımları ürün tasarımına karar verme, kullanılacak malzemelere karar verme, tasarımı uygulamaya dökme, gerekli bilgileri araştırma ve disiplinlerarası ilişki kurma şeklinde belirtilmiştir. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar kodlama, planlama ve uygulama aşamalarında zorluk çektiklerini söylemişlerdir. Ayrıca, kodlamayı yaptıktan sonra zihinlerinde tasarladığı kodlamayı uygulamaya dökerken bu kodlama düzgün çalışmadığında çalışmamasının nedenini belirlerken zorlandıklarını belirtmişlerdir. Kodlamanın çalışmamasının nedenini belirlemek bilgi işlemsel düşünmenin hata ayıklama bileşenini temsil etmektedir. FBÖA'ların hata ayıklamada zorlanmasının sebebi daha önce bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirecek etkinliklere katılmamaları olarak görülebilir. Alanyazında karşılaşılan zorluklar ile bu çalışmada ulaşılan eğitim sürecinde yaşanan zorluklar benzerlik göstermektedir.

Yaşanılan güçlüklerin yanı sıra akıllı sera projesinde probleme çözüm üretme, işbirliği yapma ve planlı olma gibi konularda tüm gruplar olmasa da bazı grupların başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca, akıllı şehir tasarımı projesinde probleme çözüm üretmede, estetik tasarım yapmada, grup çalışmasında işbirliği yapmada, özgün fikirler üretmede, planlı olmada ve zaman yönetiminde başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada grup çalışmalarında başarılı olan gruplar (Tesla, Josephine Cochrane, Kepler 2) varken başarılı olmayan gruplar (Steve Jobs, Kepler 1, Marie Curie) da vardır. Başarılı olan gruplar grup çalışmasıyla işbirliği yaptıklarını ve iletişim kurduklarını ifade ederken başarılı olmayan gruplar görev paylaşımında sorunlar yaşadıklarını ve sorumsuz davranan kişiler olduğundan bahsetmişlerdir. Akdağ ve Güneş'in (2017) çalışmasında fen lisesi öğrencileri enerji konusu ile ilgili STEM uygulamalarında grup çalışmalarının olumlu yönlerinden bahsetmişlerdir. Öğrenciler görev paylaşımı yaptıklarını ve aralarındaki iletişimin güçlendiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, öğrencilerden biri grup çalışmasında karşısına çıkan zorluklarla nasıl başa çıkabileceğini öğrendiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin ayrıca grup çalışması ile ilgili olumsuz görüşleri de bulunmaktadır. Öğrenciler zaman kaybettiklerini, kendi fikirlerini uygulayamadıklarını, fikir anlaşmazlıkları olduğunu, görev dağılımında eşitsizlik olduğunu ve sorumsuz davranan bireyler olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, Akdağ ve Güneş'in (2017) çalışmasında öğretmenler STEM uygulama sürecinde yaşadıkları en büyük sıkıntının zaman olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenler uygulama sürecinin başında çalışmaların yarıda kaldığını fakat ilerleyen zamanlarda öğrencilerin planlı olmanın

önemini anladıklarını söylemişlerdir. Akdağ ve Güneş'in (2017) çalışması FBÖA'ların grup çalışması ile ilgili görüşlerini ve planlı olmadaki başarılarını desteklemektedir.

Grup görüşmeleri ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin Arduino Uno R3'ü bilgisayara bağlamadan pille çalıştırma, devre kurma, kodlama yapma, günlük hayatla ilişkilendirme, kolay edinilebilir malzemeler kullanma, probleme çözüm üretebilme, sensörlerin kullanımı, devrenin çalışması, tasarım yapma, ürün oluşturma ve yaratıcı düşünme gibi sevilen kısımlarının olduğu görülmektedir. FBÖA'ların zorluk çektiği veya kolay geldiği, eğitimin güçlü yanı görülen ve FBÖA'lara katkı sağladığı durumların ayrıca sevilen yönlerden biri olduğu görülmektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin sevilmesi eğitimin gelecekte uygulanması için olumlu bir izlenim bırakmaktadır.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitim süreci ile ilgili görüşlerin sonuncusu olarak FBÖA'lar eğitim sürecinin verimli geçtiğini düşünmektedirler. Karademir, Cesur, Büyükergene, Kaba ve Kesici'nin çalışmasında (2018) çeşitli robot setleri kullanılarak yapılan müzik eğitimlerinde derslerin verimli geçtiği belirtilmiştir. Sümen ve Çalışıcı (2016) STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığı için derslerin daha verimli geçtiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada FBÖA'ların aktif katılımları sağlandığı için verimli geçmiştir sonucuna ulaşılmıştır.

FBÖA'lar eğitimde kullanılan Arduino Uno R3, mBlock, Fritzing ve Edmodo gibi teknolojilerin kullanımıyla ilgili görüşlerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar grup görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Arduino Uno R3'ü kullanmada ve Arduino Uno R3'ü kullanarak günlük yaşam problemlerine çözüm bulmada genel olarak yeterli gördüklerini belirtmişlerdir. Erten'in (2019) çalışmasında 5. 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin Arduino Uno R3 kullanımını bildikleri belirtilmiştir. Devlet ve özel okullarda çalışan 12 öğretmenden 10'u Arduino Uno R3'ü kullanmayı tercih etmektedir. Öğretmenler Arduino Uno R3'ü tercih etme sebepleri olarak maliyetinin düşük olmasını ve yaratıcılığa açık olmasını göstermişlerdir. FBÖA'ların Arduino Uno R3'ü bilmeleri ve günlük yaşam problemlerine Arduino Uno R3 ile çözüm bulmaları ortaokul öğrencilerine robotik eğitimler vermelerinde faydalı olacaktır. Arduino Uno R3 eğitsel robotik olarak kullanılmaktadır ve FBÖA'ların Arduino Uno R3 kullanımında yeterli olmaları önem teşkil etmektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin başlangıç sürecinde mBlock kullanımını zor bulan öğretmen adayı bulunurken, ilerleyen aşamalarda aşına oldukça kolay bulan ve seven öğretmen adayları da bulunmaktadır. Öğretmen adayı programı daha yeni tanımaya

başladığından programı kullanmayı zor bulmuş olabilir. Yolcu'nun (2018) çalışmasında öğrenciler mBlock program ile yapılan uygulamaların olumlu olduğunu belirtmişlerdir. Yükseltürk ve Altıok'un (2015) çalışmasında öğretmen adaylarının görsel programlama öğretimine ilişkin eğitimlere ihtiyaç duyduğu belirtilmiştir. İlkokul ve ortaokul seviyesindeki öğrenciler için görsel kodlama programlarını kullanmak metin tabanlı kodlama programlarına göre daha kolay olacaktır. Öğretmen adaylarının görsel kodlama programı olan mBlock programının olumlu yönlerinin olması ve bu program ile ilgili eğitimlere ihtiyaç duymaları bakımından mBlock programını ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrenmeleri kendilerine katkı sağlayacaktır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde devreyi kurmadan önce Fritzing devre çizim programında çizmişlerdir. Devreyi Fritzing programında çizmenin faydalı olduğu ve görsel olarak daha iyi anlaşıldığı sonucuna ulaşılmıştır. FBÖA'lar Edmodo sanal sınıf kullanımının kullanışlı ve verimli olduğu düşünmektedir. Ayrıca, Edmodo sanal sınıf kullanımının Edmodo'nun basit ara yüzü olması, bildirim göndermesi, bilgi paylaşımını sağlaması, güvenilir olması, iletişim sağlaması (öğrenci-öğrenci, öğretmen-öğrenci, öğretmen-veli), bilgiye erişim sağlaması, ödev vermeyi-teslim etmeyi kolaylaştırması, sınıf yönetimini kolaylaştırması, teknoloji entegrasyonu yapmayı ve zaman yönetimini sağlaması şeklinde avantajları olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın Edmodo'nun dosya paylaşımını sağlama, kütüphanesinde veri depolama, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci iletişimini sağlama ile ilgili bulguları Balasubramanian, Jaykumar ve Fukey'in (2014) çalışması, ödevleri kolayca gönderebilme, materyallere istenilen zamanda ulaşabilme, kütüphane bölümüne dosyaları yükleme ile ilgili bulguları Dere, Yücel ve Yalçınalp'ın (2016) çalışması, Edmodo'nun kullanımının kolay olması, ders için içerik ve bilgi alışverişine uygun olması, görüşleri ifade etmeye olanak vermesi, öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci iletişimini ve bildirim sağlaması ile ilgili bulguları Hamutoğlu ve Kıyıcı'nın (2017) çalışması, Edmodo'nun sisteminin ara yüzünün kolay ve anlaşılır olması, ödevlere ve eski dokümanlara kolay erişim sağlaması, arkadaşlarla ve öğretmenle etkileşimi artırması, zamandan tasarruf sağlaması ile ilgili bulgular Kazez ve Bahçeci'nin (2016) çalışması, Edmodo'nun Facebook'a benzer bir ara yüze sahip olmasının öğrencilerin rahat kullanımını sağlaması ile ilgili bulgular Rogers'ın (2011) çalışması ile benzerlik göstermektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo'nun kullanılması öğrencilere ve öğretmenlere avantaj sağlamıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde ders

planı senaryosunu yazmada, kazanım belirlemede, kavram yanlışlığı bulmada, STEM entegrasyonu yapmada, malzeme temin etmede, zamanı planlamada, öğretim programına entegre etmede, ölçme ve değerlendirme yapmada, materyal hazırlamada, motivasyon sağlamada, soru sormada ve öğrenme ortamı hazırlamada zorluk çektikleri görülmektedir. Ders planı hazırlama sürecinde bazı öğretmen adayları kazanım belirleme, senaryo yazma, STEM entegrasyonu yapma ve ölçme ve değerlendirme yapmada zorluk yaşarken bazı öğretmen adaylarına bu süreçler kolay gelmiştir. Ayrıca, bazı öğretmen adaylarına problem durumunu ve etik kuralları belirleme kısmının da kolay geldiği görülmektedir. Bütün'ün (2015) çalışmasında ilköğretim matematik öğretmen adayları ders planı hazırlarken öğrenci yanlışlarının belirlenmesi/çözüm önerileri geliştirme, plandaki etkinliklerin uygulama sürelerini belirleme, sınıf/öğrenci seviyesine uygun etkinlik ve materyal seçimi/tasarlanması, sınıf yönetimini sağlama ve derslerin etkililiğini değerlendirme gibi konularda zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Yıldırım'ın (2020) çalışmasında farklı branşlardaki öğretmenler STEM ders planı hazırlarken alan bilgisi, mühendislik dizayn süreçlerinin entegrasyonu, zaman, teknoloji entegrasyonu ve 21. yy. becerilerinin entegrasyonu gibi konularda zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin hazırladıkları ders planlarında bakıldığında özellikle STEM alanlarını entegre etmede zorlandıkları sonucuna varılmıştır. Bütün'ün (2015) ve Yıldırım'ın (2020) çalışması bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Ayrıca, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde ders planı hazırlama sürecinde yaşanan zorluklara hitaben yardım almak istediklerini belirtmişlerdir. FBÖA'lar ölçme ve değerlendirme yapmada, kavram yanlışlığı belirlemede, zaman yönetiminde ve ucuz malzeme temininde destek almak istediklerinden bahsetmişlerdir.

5.4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminin Gelecekte Uygulanmasına İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin gelecekte uygulanması ile ilgili eğitimi uygulayacak öğretmen yeterlikleri, eğitimde yaşanabilecek zorluklar, eğitimi gelecekte uygulama nedenleri, eğitim sürecini planlamaya yönelik öneriler ve eğitimi ileride uygulama durumları şeklinde görüşlere sahiptirler.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi verecek öğretmenlerin alan bilgisine, pedagojik bilgisine, pedagojik alan bilgisine, teknoloji bilgisine, teknolojik alan bilgisine ve teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmaları gerektiği görülmektedir. Rahman, Krishnan ve

Kapila (2017) fen ve matematiğin robotik kullanılarak öğretiminde öğretmenler için en önemli olan gereksinimleri teknoloji bilgisi (robotu programlama, programlamada karşılaşacağı sorunları çözebilme, robotu kullanabilme gibi), pedagoji bilgisi (öğrencileri ayırt edebilme becerisi, destek sağlayabilme becerisi, üretken öğrenci grupları oluşturabilme gibi) ve alan bilgisi olarak ifade etmişlerdir. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3'ün fen bilimleri dersinde kullanılabilmesi için öğretmenlerin hem alan bilgisine hâkim olmaları hem de uygulamanın yapılacağı robotik setlerine hâkim olmaları gerektiğini dile getirmişlerdir. Stohlmann, Moore ve Roehrig (2012) de bütünleşik STEM öğretiminin bilgili öğretmenler ve eğitimciler gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada FBÖA'lara teknolojik araç olarak Arduino Uno R3'ü tanıtmaya amaçlı etkinlikler yaptırılmıştır. FBÖA'lara mBlock programı kullanılarak kodlama yapmaları ve fritzing programı kullanarak devre çizimi yapmaları anlatılmıştır. FBÖA'lara ayrıca proje tabanlı öğrenme, mühendislik tasarım süreci, STEM entegrasyonu ve Arduino Uno R3 kullanarak fen, teknoloji ve mühendislik alanlarını nasıl bütünleştirecekleri hakkında bilgi verilmiştir ve proje yapmaları sağlanmıştır. Alanyazındaki çalışmaların sonuçları bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Bu çalışmada 29 FBÖA'dan 27'si kendilerini Arduino Uno R3'ü fen öğretimine entegre etmede yeterli gördüklerini söylemişlerdir. Bu anlamda FBÖA'ların teknolojik pedagojik alan bilgisi öz-yeterliği inancına sahip oldukları sonucuna varılabilir. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimini fen dersine entegre etmede kendilerini yeterli hissetmemelerinin sebeplerini öğrencilerin istekli olmaması, okullarda yeterli donanımın olmaması, sınıf mevcudunun fazla olması, programa yeni girmiş olma, STEM eğitimini tam olarak bilmeme ve uygulama yapmamış olma olarak açıklamışlardır. 29 FBÖA'dan 2'sinin kendilerini Arduino Uno R3'ü fen öğretimine entegre etmede yeterli görmemelerinin sebebi Şimşek'in (2019) çalışmasında bahsedilen sebeplere benzer olarak Arduino Uno R3'ü tam olarak bilememe ve uygulama yapmamış olma olarak düşünülebilir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin bilim, fen ve teknoloji okuryazarı olabilme, motive edici olabilme, yüksek motivasyona sahip olma, rehberlik yapabilme, sınıf yönetimini sağlayabilme, beceri sahibi olabilme, zamanı etkin kullanabilme, çağdaş eğitim araç gereçlerini kullanabilme, aktif olabilme, lider olabilme, süreç odaklı olabilme, meraklı, öz-güvenli, ilgili olabilme ve sorgulayıcı olabilme gibi mesleki becerilere sahip olmaları gerektiğini düşünmektedirler.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesini amaçlamaktadır (MEB, 2018). Teknoloji, öğrenme-öğretme süreçlerinde önemli bir yere sahiptir. Seferoğlu'na (2004) göre günümüzde öğretmenlerin büyük bir bölümünün teknoloji okur yazarlığı bakımından yeterli değildir. 21.yy.'ın gerekliliği olarak öğretmenlerin teknoloji okur yazarı bireyler olması gerekmektedir. Ayrıca, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı öğrencilere analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması gibi becerileri kazandırmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerin bilim, fen ve teknoloji okur yazarı olmalarını ve öğrencilere 21.yy. becerilerini kazandırmayı hedefleyen öğretmenlerin de bu özellikleri kazandıracak ortamlarda yetişmeleri gerekmektedir. Gürgen ve Bilen (2005) müzik öğretmenlerinin doğru öğrenme ortamlarını yaratmalarını öğretmenin kendisinin de böyle eğitim ortamlarında yetişmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ek olarak, Yüksel (2015) öğretmen yetiştirme programlarının alanına hâkim, alanını nasıl öğreteceğini bilen, işbirlikli çalışan, problem çözebilen ve yenilikçi öğretmen yetiştirmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Öğretmen öğrencilerin bilgiyi yapılandırmasını sağlayacak rehber konumundadır (Yüksel, 2015). Voogt (2011) da öğretmenlerin teknolojinin ve pedagojinin nasıl etkileşim içinde bulunduğunu, öğrencilere 21.yy. becerilerini kazandırabilmeyi içeren 21.yy. pedagojine göre yetiştirilmesini önermiştir. Dahası, Perritt (2010) öğretmenlerin özgüveni yüksek olursa öğretimlerinde daha fazla robotik ve eleştirel düşünme kullanma eğiliminde olacaklarından bahsetmiştir. Kim, C., Kim, D., Yuan, Hill, Doshi ve Thai (2015) öğretmenlerin robotik kullanarak STEM içeriklerini öğretmelerinde STEM bilgisine ve STEM'e olan ilgilerine ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Yıldırım'ın (2020) çalışmasında farklı branşlarda olan öğretmenler STEM eğitimi verecek eğitimcilerin alan uzmanı, disiplinlerarası çalışan, esnek ve yaratıcı, rehberlik eden ve lider ruhlu bireyler olması gerektiğini belirtmişlerdir. Alanyazındaki çalışmalarda belirtilen öğretmen özellikleri ile bu çalışmada elde edilen öğretmenlerde olması gereken özellikler paralellik göstermektedir. Bu çalışmada FBÖA'ların bilim okur yazarı olmaları, 21.yy. becerilerine sahip olmaları, rehberlik edebilmeleri, disiplinlerarası çalışmaları, alanlarında uzman olmaları ve STEM entegrasyonu yapabilmeleri hedeflenmiştir ve buna göre eğitim verilmiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin etik ilkelere uyabilmesi, kendini geliştirebilmesi, işbirlikli çalışabilmesi, empati yapabilmesi, hoşgörülü, sabırlı olabilmesi ve ön yargılı olmama gibi tutum ve değerlere sahip olmaları gerektiğini düşünmektedirler. Seferoğlu (2004, s. 41) iyi bir öğretmenin “kendisini mesleki ve kişisel açılardan sürekli olarak geliştiren, kendisini geliştirmeye ilgili fırsatları ve

olanakları araştıran ve değerlendiren öğretmen” şeklinde bir tanıma yer vermiştir. Tunç’un (2019) çalışmasında STEM bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programına katılan öğretmenler STEM uygulamalarında diğer branşlarla iletişim içinde olmanın önemli olduğunu dile getirmişlerdir. Yanpar-Yelken, Çelikkaleli ve Çapri’nin (2007) çalışmasında öğretmen adayları öğretmenlerin esnek, anlayışlı, hoşgörülü ve sabırlı olma gibi kişisel özelliklere sahip olması gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bu çalışmada ulaşılan öğretmenlerin sahip olması gereken mesleki bilgi, beceri, tutum ve değerler ile alanyazında ortaya konulan bilgi, beceri, tutum ve değerler paralellik göstermektedir. FBÖA’lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi disiplinler arası bir uygulama olduğu için işbirliği yapmak gerektiğini, eğitimin zaman alıcı bir uygulama olduğu ve anlaşılmayan yerler olabileceği için öğretmenlerin sabırlı ve hoşgörülü olması gerektiğini düşünmüş olabilirler. Eğitimde devre tasarımı, kodlama ve proje yaptırılacağı için, özgün çözümler üretilebilecek problem durumları oluşturulacağı için, teknoloji kullanımını gerektirdiği için, grup çalışmalarında öğrencileri yönlendirmek için, öğrenciler süreçte aktif oldukları için, başkalarının fikirlerinin olduğu gibi alınmaması gerektiğinden sınıf yönetimine hâkim, alan bilgisine, teknoloji bilgisine ve pedagojik bilgiye sahip, rehberlik edebilen, yaratıcı düşünebilen ve etik kurallara uyan öğretmenlerin olması gerektiğini düşünmüş olabilirler.

FBÖA’lar öğretmenlerin kendinden kaynaklı arduino-bilgisayar bağlantısı yapma, sensör kullanımı, devre kurma ve kodlama yapma gibi teknoloji kullanımı ile ilgili zorluklar ve sınıf yönetimini sağlama, grup oluşturma, her grup-bireyle ilgilenme, grup çalışması yaptırma, alanında uzman olma, problem durumu bulma, aktif katılımı sağlama, etik kurallara uymayı sağlama, değerlendirme yapma, dönüt verme, ders anlatımı, motivasyon sağlama, STEM entegrasyonu yapma, güvenlik önlemleri alma ve bireysel farklılıkları dikkate alma gibi pedagoji ile ilgili zorluklar yaşayabileceğini ön görmüşlerdir. FBÖA’lar ayrıca öğretmenlerin çevresel faktörlerden kaynaklı zorluklar yaşayabileceğini belirtmişlerdir. Bu faktörler okul donanımı, eğitimi uygulama süresi, malzemelerin maliyeti, eğitim ortamı, öğretim programını yetiştirme, okul yönetiminin ve velilerin desteği şeklinde belirlenmiştir. Alanyazında teknoloji entegrasyonunda (Ertmer, 1999; Hechter ve Vermette, 2013; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), STEM eğitiminde (Akdağ ve Güneş, 2017; Alkılınç, 2019; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bektas ve Aslan, 2019; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Şimşek, 2019; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012; Tunç, 2019), robotik eğitiminde (Cavas vd., 2012; Oluk ve Korkmaz, 2018; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017) ve mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde (Hacıoğlu, Yamak ve Kavak,

2017) karşılaşılan zorluklarla ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda zaman (Akdağ ve Güneş, 2017; Alkılınç, 2019; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Ertmer, 1999; Hechter ve Vermette, 2013; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017; Tunç, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), teknolojiye erişim (Ertmer, 1999; Hechter ve Vermette, 2013; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017; Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012; Şimşek, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), mesleki gelişim eğitiminin eksikliği (Ertmer, 1999; Hechter ve Vermette, 2013; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), öğretmenlerin öğretmen-öğrenci rolleri, öğretim program ve değerlendirme hakkındaki inançları (Ertmer, 1999), öğretmene destek (Hechter ve Vermette, 2013; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), öğretmenin bilgisi (Bektas ve Aslan, 2019; Hechter ve Vermette, 2013), materyal ve bütçe eksikliği (Alkılınç, 2019; Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bektas ve Aslan, 2019; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016), Hechter ve Vermette, 2013; Şimşek, 2019; Tunç, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), okul ve sınıf demografisi (Hechter ve Vermette, 2013; Şimşek, 2019; Tunç, 2019), sınıf yönetimi (Bektas ve Aslan, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), fiziksel mekanın uygun olmaması (Tunç, 2019; Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), öğretmenlerin değişimden korkmaları (Usluel, Mumcu ve Demirarslan, 2007), öğrencinin istekli olmaması (Şimşek, 2019), öğrenci hazırbulunuşluğunun yetersiz olması (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Şimşek, 2019; Tunç, 2019), öğrenci seviyelerinin birbirinden farklı olması (Şimşek, 2019), diğer öğretmenlerle işbirliği yapamama (Tunç, 2019), ciddi hazırlık gerektirme (Akdağ ve Güneş, 2017; Tunç, 2019), yoğun okul programı (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016; Tunç, 2019), uygun kazanım bulamama (Tunç, 2019), öğretmenlerin yeniliklere açık olmaması (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016), merkezi sınavlar (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016), ön yargılı velilerin olması (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016), farklı disiplinlerdeki bilgi ve beceriyi entegre etme (Alkılınç, 2019; Bozkurt Altan ve Ercan, 2016) gibi konularda zorluklar yaşanacağı belirtilmiştir. Alanyazındaki teknoloji entegrasyonunda, STEM eğitiminde, robotik eğitiminde ve mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde karşılaşılan zorluklara bakıldığında çevresel (dış) faktörlerden kaynaklanan zorlukların bu çalışmadaki bulgularla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmaya özgü olarak öğretmenlerin teknoloji kullanımı ve pedagojik bilgi bakımından yaşayacağı zorluklar bulguları elde edilmiştir. Bu çalışmada eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 kullanıldığı için FBÖA'lar Arduino Uno R3 ve kodlaması ile ilgili zorluklardan bahsetmişlerdir. Akgündüz vd. (2015) tarafından hazırlanan STEM (STEM) Türkiye raporunda ise fen ve matematik öğretmenlerine derslerin STEM yaklaşımıyla öğretilmesi

için pedagojik destek sağlanması önerilmiştir. Yaşanabilecek pedagojik zorlukların olması öğretmenlere pedagojik destek sağlanması gerektiğini doğrulamaktadır. Ayrıca, alanyazında bu çalışmanın bulgularından farklı olarak, öğretmenin inancı ve uzmanlığı, öğrencilerin hazırbulunuşlukları, öğrencilerin beklentisi ve ilgisi, merkezi sınavların olması gibi konularda dolayı zorluk yaşanabileceği bulgularına ulaşılmıştır. Bu zorlukların belirlenmesi gelecekteki çalışmalara yol gösterici olacağından önemli bir yere sahiptir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmen kendinden kaynaklı ve çevresel faktörlerden dolayı sorunlar yaşayabilmektedir. Aynı şekilde öğrenciler de zorluklar yaşayabilmektedir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin grup çalışması yapma, problem çözme, çok yönlü düşünme, özgün fikir üretme, teknoloji bilgisine sahip olma, kodlama yapma, Fritzing kullanımı, devre kurma, malzeme kullanımı ve ürün oluşturma konularında zorluk yaşayabileceklerini ön görmektedirler. İlk defa Arduino Uno R3'ü, Fritzing'i, mBlock'u kullanacak öğrenciler için bu teknolojileri kullanmak zor olabilir. Ayrıca, öğrenciler proje tabanlı öğrenmeye ve grup çalışmalarına alışkın olmadıkları için grup çalışması, problem çözme, özgün fikir üretme ve ürün oluşturma gibi konularda zorluk çekebilecekleri öngörülmektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenlerini belirtmişlerdir. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulamayı isteme nedenleri eğitimin öğrenciye katkı sağlaması, öğrenci merkezli olması, farklı zekâ türlerine hitap etmesi, fen-çevre konularına uygun olması, çok disiplinli olması, teknolojiyi takip etmeyi sağlaması, yenilikçi bir öğretim olması ve tasarım yaptırmayı sağlaması şeklindedir. Ayrıca, FBÖA'ların eğitimi gelecekte uygulamayı isteme nedenleri bilim okur yazarı birey yetiştirmeyi, bilim insanı yetiştirmeyi, dersi verimli hale getirmeyi, özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamayı, sosyal sorumluluk projesi üretmeyi, sorgulayıcı birey yetiştirmeyi ve kavram yanılgılarını gidermeyi hedeflemeleridir.

Grup görüşmesinden, eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan ve yansıtıcı günlüklerden elde edilen bulgulara göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilere beceri gelişiminde, duyuşsal özelliklerin gelişiminde, bilgi gelişiminde, soyut kavramları somutlaştırmada, üretken birey olmayı sağlamada, kalıcı öğrenmelerini sağlamada, günlük yaşamla ilişkilendirmede, disiplinlerarası anlayış sağlamada, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlamada, zamanı etkin kullanmada, kariyer bilinci oluşturmada, sorumluluk bilincini artırmada ve aktif katılımı sağlamada katkılar sunduğunu düşünmektedirler ve bu yüzden eğitimi uygulamayı düşünmektedirler.

FBÖA'lar öğrencilerin yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, işbirlikli, düşünme, bilgi işlemsel düşünme, karar verme, araştırma, analitik düşünme, mühendislik, iletişim kurma, girişimcilik, teknolojiyi kullanma ve el becerisini geliştirmek amacıyla eğitimi ileride uygulamak istemektedirler. Erten'in (2019), Avcı'nın (2017), Tunç'un (2019), Akçay'ın (2018), Williams, Igel, Poveda ve Kapila'nın (2012) ve Şimşek'in (2019) çalışması robotik eğitiminin ve STEM uygulamalarının bu becerileri geliştirdiği bulgularını desteklemektedir. Robotik eğitimi ve STEM uygulamaları öğrencilerin beceri gelişimini sağlamaktadır sonucuna varılabilir. Alanyazın FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğrencilerin becerilerini geliştirmek için uygulama nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar öğrencilerin ilgi, motivasyon, öz-güven ve tutum gibi duyuşsal özelliklerin gelişimini sağlamak amacıyla eğitimi uygulamayı düşünmektedirler. Alanyazında robotiğin öğrencilerin öz-güvenini artırdığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (Erten, 2019; Gültepe, 2018; Khanlari, 2013). Alanyazında robotiğin öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Üçgül, 2017; Karademir vd., 2018; Kılınç, 2014; Mallik, Rahman, Rajguru ve Kapila, 2018; Ruiz-del-Solar ve Avilés, 2004). Ayrıca, alanyazında STEM etkinliklerinin öğrencilerin öz-güvenini artırdığını (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Şimşek, 2019; Tunç, 2019) ve motivasyonlarını artırdığını (Akçay, 2018; Şimşek, 2019) belirten çalışmalar bulunmaktadır. Ek olarak, alanyazında robotiğin öğrencilerin derse ilgisinin (Karademir vd., 2018), robotik gibi teknolojilere olan ilgisinin (Jaipal-Jamani ve Angeli, 2017) ve fizik, mühendislik ve fen gibi derslere yönelik tutumlarının geliştiğini (Akdağ ve Güneş, 2017; Okkesim, 2014) belirten çalışmalar bulunmaktadır. Sonuç olarak, robotik ve STEM eğitimi öğrencilerin öz-güvenlerini ve tutumlarını geliştirdiği, motivasyonlarını ve ilgilerini artırdığı sonucuna varılabilir. Alanyazın FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğrencilerin öz-güven, motivasyon, ilgi ve tutum gibi duyuşsal özelliklerini geliştirmek için uygulama nedenini desteklemektedir.

Bu çalışmada FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin duyuşsal özelliklerini geliştirmesinin yanı sıra bilgi gelişimlerini de sağladığını düşünmektedirler. El-Cezeri grubundan bir öğretmen adayı eğitimin fizik, kimya ve özellikle biyoloji alanlarında katkısı olacağından söz etmiştir. Steve Jobs grubundan bir öğretmen adayı ise öğrencilerin bu eğitimle teknolojiye hâkim bireyler olacaklarını düşünmektedir. Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında ise öğretmen adayları STEM uygulamalarının fizik ve kimya dersinde daha uygulanabilir olduğunu, biyoloji dersinde ise STEM uygulamalarının uygun olmadığını

söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının STEM uygulamalarının daha çok fizik ve kimya derslerine uygun olduğu görüşlerine ulaşılmıştır. Bu çalışmada farklı olarak öğretmen adayları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin biyoloji alanına uygun olduğunu düşünmektedirler. Tunç'un (2019) çalışmasında ise STEM uygulamalarının öğrencilere güneş enerjisi ve enerji dönüşümü, matematik-hesaplama bilgisi, açı ve voltaj ilişkisi, ses dalgaları ile mesafe hesaplama, teknolojiyi kullanma, ısı ile sıcaklık arasındaki fark, basit makineler ve kuvvet gibi fen, matematik ve teknoloji alanları konularında etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. FBÖA'lar eğitimi fizik, kimya, biyoloji ve teknoloji alanlarında bilgi gelişimlerini sağlayacağı için uygulamak istemektedirler. Eğitim sürecinde FBÖA'ların tasarladıkları akıllı sera projesinde fotosenteze etki eden etmenler düşünülmüştür. Akıllı şehir projesinde çevre konularına çözüm üretilmiştir. Proje tasarlamak ve devre kurmak için fizik alan bilgisine ve teknoloji bilgisine ihtiyaç duyulmaktadır. FBÖA'lar bu alanlarda gelişim gösterdikleri için eğitimi bu nedenle uygulamak istemiş olabilirler.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğrencilerin bilgi, beceri ve duyuş alanlarında gelişimlerini sağlamanın yanı sıra öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmasını sağlamak için kullanmak istemektedirler. Alanyazında robotiğin (Avcı, 2017; Erdoğan, Çorlu ve Capraro, 2013; Ersoy, Madran ve Gülbahar, 2011; Erten, 2019; Nugent, Barker, Grandgenett ve Adamchuk, 2010; Papert, 1993; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Yolcu, 2018) ve STEM etkinliklerinin (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Ensari, 2017; Tunç, 2019) soyut içerikleri somutlaştırdığı çalışmalara rastlanmaktadır. Sonuç olarak, alanyazındaki çalışmalar robotik ve STEM eğitiminin soyut kavramları somutlaştırmada yardımcı olduğu bulgusunu elde etmişlerdir. FBÖA'lar da ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alanyazında belirtildiği gibi soyut kavramları somutlaştırdığı için ileride uygulamak istemektedirler. Bu eğitimde öğrencilere yaptırılan uygulamalar öğrencilerin elle tutulur somut ürünler ortaya çıkarmasına olanak sağlamaktadır. Bu yüzden de FBÖA'lar eğitimi uygulamak istemiş olabilirler.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi üretken birey yetiştirmek için uygulamak istemektedirler. FBÖA'lar bu çalışmada proje ürünleri üreterek üretken bir birey olduklarını düşünmektedirler ve bu eğitimle üretken bireyler yetiştirmek istemektedirler. Alanyazındaki çalışmalar (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Bektas ve Aslan, 2019; Şimşek, 2019) STEM etkinliklerinin üretken bireyler yetiştirmede etkili olacağını savunmaktadırlar. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) ve Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM yaklaşımının üretken bireyler yetiştirmede etkili olacağını ifade

etmişlerdir. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin üretken olmasını ve öğrencilere ürün oluşturma fırsatı sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmalar, FBÖA'ların üretken bireyler yetiştirmek için ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenini desteklemiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini kalıcı öğrenmeyi sağladığı için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar aktif tutularak, proje ürünleri ürettirilerek ve soyut kavramlar somutlaştırılarak FBÖA'ların öğrenmelerinin kalıcı olması sağlandığı düşünülmektedir. Alanyazındaki çalışmalar robotiğin (Avcı, 2017) ve STEM etkinliklerinin (Şimşek, 2019) kalıcı öğrenmeler sağladığını savunmaktadır. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerinin derste kullanıldığında soyut konuların somutlaştığını ve öğrencilerin konuya olan ilgilerini çektiğini böylece öğretimin kalıcılığının arttığını düşünmektedirler. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin kalıcı öğrenmelerini sağladığı ifade edilmiştir. Bu çalışmalar, FBÖA'ların kalıcı öğrenmeyi sağlamak için ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenini desteklemiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin günlük yaşamla bağlantı kurmalarını sağlamak için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'ların hem Arduino Uno R3 etkinliklerinde hem de proje tasarlama etkinliklerinde günlük yaşamla ilişki kurmaları sağlanmıştır. Alanyazındaki çalışmalar robotiğin (Avcı, 2017; Eguchi, 2015; Sungur Gül ve Marulcu, 2014) öğrencilerin günlük yaşamla ilişki kurmalarını sağladığını savunmaktadırlar. Bu çalışmalar, FBÖA'ların öğrencilerin günlük yaşamla bağlantı kurmalarını sağlamak için ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenini desteklemiştir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilere disiplinlerarası bir bakış sağladığı için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar fen, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini bütünleştirerek farklı disiplinlere ait bakış açısı kazanmışlardır. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerinin fen bilimleri dersi ile diğer disiplinlerin bütünleştirilebileceğini ve öğrencilerin disiplinlerarası bir eğitim alacağı görüşünü benimsemektedirler. Tarkın-Çelikkıran ve Aydın- Günbatar'ın (2017) çalışmasında kimya öğretmen adayları STEM etkinliklerinin disiplinlerarası bakış sağladığını düşünmektedirler. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) çalışmasında sınıf öğretmenleri robotik kodlamanın disiplinlerarası olmasını bilişsel bir katkı olarak

görmektedirler. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini alanyazında belirtildiği gibi disiplinlerarası bakış sağladığı için ileride uygulamak istemektedirler.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağladığı için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar süreç boyunca aktiftirler ve Arduino Uno R3'ü ve sensörleri, proje hazırlamayı uygulamalar yaparak deneyimlemiştirler. Alanyazındaki çalışmalar robotiğin (Erten, 2019), STEM etkinliklerinin (Bakırcı ve Kutlu, 2018; Şimşek, 2019) ve tasarım temelli fen eğitiminin (Bozkurt-Altan, Yamak ve Buluş-Kırıkkaya, 2016) öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağladığı sonucuna varmışlardır. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini alanyazında belirtildiği gibi yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığı için ileride uygulamak istemektedirler.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerde kariyer bilinci oluşturmak için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'ların mühendisliğe ve robotiğe olan bakış açıları değişmiştir. Bu yüzden FBÖA'lar öğrencilerinin de bu disiplinlerle ilgili farkındalık kazanmalarını istemiş olabilirler. Erten'in (2019) çalışmasında öğrenciler robotiğin gelecekte önemli bir meslek haline geleceğini ve mesleğe dair bilgi kazandığını düşünmektedirler. Fen Bilimleri Öğretim Programı'nın özel amaçlarından biri fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci oluşturmaktır (MEB, 2018). Erten'in (2019) çalışması ve Fen Bilimleri Öğretim Programı'nın bu amacı bu çalışmada elde edilen FBÖA'ların eğitimi kariyer bilinci oluşturmak için uygulama nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin sorumluluk bilincini geliştirmek için uygulamak istemektedirler. Bu eğitimde öğrenciler grup çalışmalarında sorumluluk almışlardır ve sorumluluk bilincinin geliştiğini düşünmektedirler. Tunç'un (2019) çalışmasında STEM uygulamalarının öğrencilerin sorumluluk alma becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir. Tunç'un (2019) çalışması bu çalışmada elde edilen FBÖA'ların eğitimi sorumluluk bilinci geliştirmek için uygulama nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin aktif katılımını sağladığı için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar etkinliklere ve projelere aktif bir şekilde katılmışlardır. Alanyazındaki çalışmalar robotiğin (Akçay, 2018; Avcı, 2017; Kılınç, 2014; Williams, Igel, Poveda ve Kapila, 2012; Rahman, Krishnan ve Kapila, 2017; Yolcu, 2018) ve STEM etkinliklerinin (Ensari, 2017; Sümen ve Çalışıcı, 2016; Şimşek, 2019) öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığını belirtmişlerdir. FBÖA'ların ER

uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrencilerin aktif katılımını sağladığı için uygulamak istemelerini alanyazındaki çalışmalar desteklemektedir.

FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulamayı isteme nedenlerinden biri eğitimin öğrenciye çeşitli konularda katkı sağlaması yukarıda özetlenmiştir. FBÖA'ların eğitimi ileride uygulamayı istemelerinin diğer nedenleri sırasıyla ilerleyen paragraflarda anlatılmıştır.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini öğrenci merkezli olduğu için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada araştırmacı rehber olunda olup FBÖA'lar süreç boyunca etkin olmuşlardır. Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışmasında FBÖA'lar STEM uygulamalarının öğrenci merkezli olduğundan bahsetmişlerdir. Bektas ve Aslan'ın (2019) çalışması FBÖA'ların öğrenci merkezli olduğu için eğitimi uygulama nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini farklı zekâ türlerine hitap ettiği için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada ER uygulamaları ile FBÖA'lar yaparak, tasarlayarak ve süreçte aktif olarak deneyimler yaşamaları sağlanmıştır. Kepler 1 grubundan bir öğretmen adayı eğitimin kinestetik zekâyâ sahip öğrenciler için faydalı olacağını düşünmektedir. Benzer şekilde Rahman, Krishnan ve Kapila (2017) robotik destekli öğretimin kinestetik öğrenme deneyimleri sağladığını belirtmişlerdir. FBÖA'nın bu görüşünü alanyazındaki bu çalışma desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini fen ve çevre alanları konularına uygun olduğu için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar fen ve çevre konuları ile ilgili projeler tasarlamışlardır. Bu yüzden fen ve çevre konularına uygun olduğunu düşünerek bu eğitimi uygulamak istemiş olabilirler. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego eğitimiyle oluşturdukları projelerin fen dersinin doğası ile iç içe olduğunu ve fen dersi ile uyumlu bir materyal olduğunu dile getirmişlerdir. Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) çalışmasında sınıf öğretmenliği adayları kodlama-robotik uygulamalarının fen dersinin doğasına uygun olduğunu düşünmektedirler. Avcı'nın (2017) ve Kaygısız, Üzümcü ve Uçar'ın (2020) çalışması FBÖA'ların eğitimi uygulamak isteme nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini fen okur yazarı bireyler ve bilim insanı yetiştirmek için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada FBÖA'lar fenin mühendislik, teknoloji, toplum ve çevre ile olan ilişkisini projeler yaparak deneyimlemişlerdir. FBÖA'lar ayrıca araştırma yaparak bilgiye nasıl ulaşılacağını

deneyimlemişlerdir. FBÖA'lar fen okur yazarı bir birey olmayanların problemleri anlayıp çözüm üretemeyeceğini, projeler tasarlayamayacağını ve bu eğitimi tamamlayamayacağını düşünmüş olabilirler ve bu yüzden bu eğitimle fen okur yazarı bireyler yetiştirmek istemiş olabilirler. Ayrıca, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın özel amaçlarından biri bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetişmesidir (MEB, 2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın özel amaçlarından bir diğeri bilim insanlarınca bilimsel bilginin nasıl oluşturulduğunu, oluşturulan bu bilginin geçtiği süreçleri ve yeni araştırmalarda nasıl kullanıldığını anlamaya yardımcı olmaktır. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın bu amaçları FBÖA'ların eğitimi uygulamak isteme nedenlerini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini dersi verimli hale getirmek için uygulamak istemektedirler. Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerini derste kullanmak dersi daha verimli ve dikkat çekici bir hale getireceğini söylemişlerdir. Sümen ve Çalışıcı (2016) STEM etkinliklerinin öğrencilerin derse aktif katılımını sağladığı için dersin daha verimli geçtiğini ifade etmişlerdir. Alanyazındaki bu çalışmalar FBÖA'ların eğitimi uygulamak isteme nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini özel eğitime ihtiyaç duyan öğrencilere kolaylık sağlamak ve sosyal sorumluluk projesi üretmek istedikleri için uygulamak istemektedirler. Josephine Cochrane grubu akıllı şehir tasarımı projesinde görme engelli bireyler için proje tasarlamıştır. FBÖA'lar bu eğitimde ER kullanarak çeşitli sosyal sorumluluk projeleri yapılabileceğini görmüşlerdir. Yolcu'nun (2018) çalışmasında 6.sınıf öğrencileri aldıkları programlama ve robotik eğitimi ile robotları engelli insanların faydası için tasarlamak istediklerini ifade etmişlerdir. Yolcu'nun (2018) çalışması FBÖA'ların eğitimi uygulamak isteme nedenini desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini sorgulayıcı birey yetiştirmek için uygulamak istemektedirler. Bu çalışmada araştırmacı rehber rolünde olup FBÖA'lar araştırarak ve sorgulayarak etkinlikleri ve projelerini yapmışlardır. Şimşek'in (2019) çalışmasında fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin öğrencilerin sorgulama becerilerinin gelişimini sağladığı bulgularına ulaşılmıştır. FBÖA'ların eğitimi uygulamak isteme nedeni ile Şimşek'in (2019) çalışmasının bulgusu örtüşmektedir.

FBÖA'ların eğitimin teknolojiyi takip etmeyi sağlaması, yenilikçi bir öğretim olması ve tasarım yaptırmayı sağlaması ve kavram yanlışlarını gidermek istemeleri bu çalışmaya özgü elde edilen ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulamak isteme nedenleridir.

FBÖA'ların ders planlama sürecine yönelik görüşleri bu çalışmada benimsenen dönüşümcü ER-TPAB modeline göre sınıflandırılmıştır. Öğretmenlerin öğrenenlerin özellikleri bilgisi (ÖÖB) dönüşümcü ER-TPAB modelinin bir alt bileşenidir. Grup görüşmesinden, yansıtıcı günlüklerden ve eğitsel robotik TPAB entegrasyonu formundan elde edilen bulgulardan ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde beceri, duyuşsal özellikler, hazırbulunuşluk düzeyi, sınıf düzeyi, ön bilgi, kavram yanlışlığı, öğrenci ihtiyaçları, öğrenme zorlukları, öğrenme stilleri, sosyo-ekonomik düzey ve yetenek gibi öğrenen özelliklerine dikkat etmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır. Canbazoglu Bilici, Guzey, Donna, Roehrig, Karahan, Yamak ve Kavak (2013) TPAB'a dayalı ders planı değerlendirme rubriği (TPACK-LpAl) geliştirmişlerdir. Bu rubrik Magnusson, Krajcik ve Borko'nun (1999) dönüşümcü PAB modeline göre tasarlanmıştır. Ders planı rubriğinde öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgileri, öğrenme zorlukları ve fen kavramlarındaki yaygın kavram yanlışlıkları hakkında farkında olmaları değerlendirme kriteri olarak bulunmaktadır. FBÖA'lar bahsettikleri ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde dikkat etmesi gereken öğrenen özellikleri ile dönüşümcü TPAB modeli ve Bilici, Guzey, Donna, Roehrig, Karahan, Yamak ve Kavak'ın (2013) dönüşümcü PAB modeline göre oluşturdukları ders planı rubriğindeki kriterler birbiri ile uyumaktadır.

Öğretmenlerin öğretim strateji, yöntem ve teknikleri bilgisi (ÖSYTB) dönüşümcü ER-TPAB modelinin bir alt bileşenidir. Bu bileşene göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme, 5E öğrenme döngüsü ve buluş yoluyla öğrenme yöntemleri ile STEM yaklaşımını ve mühendislik tasarım sürecini kullanmalarını önermişlerdir. Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri robotik öğretiminde doğru blok tabanlı uygulamalar, algoritma tasarımı, yaparak yaşayarak öğrenme, yaratıcı düşünme, gösterip yaptırma, STEM etkinlikleri, problem çözme, takım çalışması, oyunlaştırma, soru-cevap, rehberlik etme, düz anlatım, proje çalışması ve kısa hikayeler gibi yöntem ve teknikleri kullanmışlardır. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi (BÖTE) öğretmen adayları ise robotik öğretiminde yaparak yaşayarak öğrenme, problem çözme, gösterip yaptırma, grup çalışması, soru-cevap, beyin fırtınası, sunuş, proje tabanlı öğretim, anlatım ve uygulama, video ve görseller gibi yöntem ve teknikleri kullanmışlardır. Eguchi (2014) eğitim robotiğinin STEM, kodlama, bilgisayarca düşünme ve mühendislik becerilerinin yer aldığı proje tabanlı

öğrenme için etkili bir araç olduğunu belirtmiştir. Alanyazından da görüldüğü gibi robotik uygulamaları için proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme, problem tabanlı öğrenme gibi yöntemlerin kullanılması uygun görülmektedir.

ÖSYTB bileşenine göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde öğrenme ortamını, öğretmenin süreçteki rolünü, öğrencinin süreçteki rolünü, öğretmen öğrenci etkileşimini, malzeme teminini, grup oluşturmayı, güvenlik önlemleri belirlemeyi, etik ilkeleri belirlemeyi, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı tedbir almayı, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı çözüm üretebilmeyi, etkinlik geliştirmeyi, sınıf yönetimini sağlamayı, günlük hayatla ilişkilendirmeyi, problem durumu oluşturmayı, soyut kavramları somut hale getirmeyi, aktif katılımı sağlamayı, zamanı planlamayı, eğitsel robotik kullanımını ve okulun fiziksel imkanlarını göz önünde bulundurmaları gerektiği sonucuna varılmıştır.

Alimisis'e göre (2019) ROBOESL (Robotics-based learning interventions for preventing school failure and Early School Leaving) projesinde öğretmen yaratıcılığı ve işbirliğini teşvik eden, eğlenceli, açık, yargılayıcı olmayan ve işbirliğine dayalı bir sınıf ortamı sağlar. Geleneksel okul ortamlarındaki öğrencilerin öğrenme sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, ROBOESL projesi ekip çalışması, problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine izin veren değerli bir öğrenme süreci sağlamaktadır. Bu çalışmada FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin eğitimdeki rollerini rehberlik yapma, beceri geliştirme, motivasyon sağlama, sorunlara karşı çözüm üretme, problem durumu oluşturma ve bilgilendirme yapma olarak belirlemişlerdir. Alimisis (2019) eğitsel robotik kullanılan ortamlarda öğretmenlerin kolaylaştırıcı, rehberlik eden bir rolünün olduğunu söylemektedir. Eğitsel robotik projeleri öğrenenlerin süreçte aktif olmalarını gerektirmektedir. Bu da öğretmenlerin rolünü liderlik eden kişiden destek veren kişi rolüne dönüştürmektedir. Yapılandırmacı öğrenme teorisine göre öğretmenin rolü bilgiyi öğrenciye aktaran otorite değil öğrenme sürecinde organize eden, koordinatör ve kolaylık sağlayandır. Öğretmenin rolü öğrenme ortamını düzenleyen, karşılaşılabilecek problemleri belirleyen, öğrencilerin disiplinler arası projelere katılımını artırmak için gerekli kaynakları ve desteği sunan, öğrencileri farklı fikir ve çözümleri denemeye teşvik eden rolündedir (Alimisis, 2019). Ayrıca, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğrencilerin merkezde olması, aktif olması, sorgulayıcı olması, probleme çözüm üretmesi ve sorumluluk sahibi olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Alimisis'e göre (2019) ROBOESL projesindeki öğrenciler, keşfeden, tartışan ve deneyimlerini ve fikirlerini

paylaşan aktif öğrencilerdir. Alimisis'in (2019) çalışmasında belirtilen öğrenme ortamı, öğretmenin ve öğrencinin rolü bu çalışmadaki bulguları desteklemektedir. Ek olarak, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Edmodo'nun öğretmen-öğrenci etkileşimini sağladığını belirtmişlerdir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde malzeme teminini, grup oluşturmayı, sınıf yönetimini sağlamayı, zamanı planlamayı ve okulun fiziksel imkanlarını karşılabilecek sorunlar olarak bahsetmişlerdir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin günlük yaşamla ilişki kurabilmelerini sağlamalarını kendilerine olan katkısı, eğitimin güçlü bir yönü ve eğitimi uygulama nedenlerinden biri olarak bahsetmişlerdir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini soyut kavramları somut hale getirmeyi ve öğrencilerin aktif katılımını sağlamak için uygulamak istediklerini belirtmişlerdir. FBÖA'ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde kendilerine olan katkıları, eğitimin güçlü yönleri, eğitimi uygulayacak kişilerin karşılaşılabilecekleri zorluklar ve eğitimi uygulamak isteme nedenleri ile eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlama sürecinde dikkat etmesi gereken hususlar hakkındaki görüşleri örtüşmektedir. Bu anlamda FBÖA'ların eğitim sürecindeki tecrübeleri eğitimi ileride uygulayacaklar için rehber niteliğindedir. Ayrıca, Avcı'nın (2017) çalışmasında FBÖA'lar Lego Ev3 kitlerini derste kullanırken iyi hazırlanmış problem senaryolarının oluşturulması gerektiğini düşünmektedirler. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM etkinliklerinin problem durumunu belirlemeyi öğrenmede faydalı olduğunu düşünmektedirler. Bu çalışmada da FBÖA'lar da ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde öğretmenlerin ders planlama sürecinde problem durumu oluşturmayı göz önünde bulundurmaları gerektiğini söylemişlerdir. Bu çalışmaya özgü olarak öğretmenlerin ders planlama sürecinde güvenlik önlemlerini belirlemeyi, etik ilkelerini belirlemeyi, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı tedbir almayı, karşılaşılabilecekleri problemlere karşı çözüm üretebilmeyi, etkinlik geliştirmeyi ve eğitsel robotik kullanımını göz önünde bulundurmaları gerektiğinden bahsetmişlerdir. FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin mesleki yeterliğe yönelik, öğrencilerle ilişkilere yönelik, performansa yönelik ve teknoloji kullanımına yönelik etik ilkelere dikkat etmeleri gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Dahası, FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini gelecekte uygulayacak öğretmenlerin etkinliğin anlaşılır olmasına, etkinliği amacına uygun yapmaya, etkinliğin özgün olmasına, etkinlikteki kişi sayısına ve etkinliğin sorgulamaya teşvik etmesine dikkat etmeleri gerektiğinden bahsetmişlerdir.

Öğretmenlerin öğretim programı bilgisi (ÖPB) dönüştürücü ER-TPAB modelinin bir alt bileşenidir. Bu bileşene göre, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin ders planlarını hazırlarken öğretim programı kazanımlarına, öğretim programındaki 21.yy. becerilerine ve inşacılık yaklaşımına dikkat etmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır. Çömek ve Avcı (2016) fen kavramlarının robotik uygulamalarıyla öğrenilmesi sırasında öğrencilerin yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak aktif bir şekilde derse katılmalarının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Tunç'un (2019) çalışmasında öğretmenler STEM bütünsel öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi programında STEM kazanımlarının önemini öğrendiklerini belirtmişlerdir. Canbazoglu Bilici, Guzey, Donna, Roehrig, Karahan, Yamak ve Kavak'ın (2013) TPAB'a dayalı ders planı değerlendirme rubriğinde öğretmenlerin öğretim programında ele alınan öğrenciler için belirli bir fen alanındaki amaç ve hedefleri anladığı kriteri bulunmaktadır. Alanyazındaki çalışmalar ile bu çalışmada FBÖA'lar tarafından belirtilen öğretim sürecinde planlama yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar benzetilmektedir.

Öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme bilgisi (ÖDB) dönüştürücü ER-TPAB modelinin bir alt bileşenidir. Bu bileşene göre FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin biçimlendirme ve özetleme amaçlı ölçme ve değerlendirme yapımları gerektiğinden bahsetmişlerdir. Ayrıca, FBÖA'lar öğretmenlerin geleneksel ve tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme araçlarını kullanmalarını önermişlerdir. Öğretmen adaylarının bu görüşlerinden ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi gelecekte uygulayacak öğretmenlerin biçimlendirici ve özetleyici ölçme ve değerlendirme yöntemlerini bilmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır. Ek olarak, tamamlayıcı ve geleneksel ölçme ve değerlendirme araçlarını bilmeleri ve hazırlayabilmeleri gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Canbazoglu Bilici, Guzey, Donna, Roehrig, Karahan, Yamak ve Kavak'ın (2013) TPAB'a dayalı ders planı değerlendirme rubriğinde öğretmenlerin fen öğretiminin önemli boyutlarını değerlendirmeyi amaçlayan değerlendirme yöntemleri kriteri bulunmaktadır. Bakırcı ve Kutlu'nun (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmenleri STEM yaklaşımında öğrenmenin süreç odaklı ve klasik değerlendirme ile değerlendirilmesinden bahsetmişlerdir. Süreç odaklı değerlendirme olarak performans dayalı değerlendirmeden, süreç ile birlikte ürünü değerlendirmeden, portfolyo kullanımından, analitik rubrik kullanımından ve yapılandırılmış grid kullanımından bahsetmişlerdir. Klasik değerlendirme olarak da açık uçlu sorular kullanmadan, iki aşamalı çoktan seçmeli test kullanmadan, doğru-yanlış testi kullanmadan ve eşleştirme testleri kullanmadan bahsetmişlerdir. ER

uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin ölçme değerlendirme ile ilgili bilmeleri gereken hususları alanyazın desteklemektedir.

FBÖA'lar ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulama durumlarından bahsetmişlerdir. 29 FBÖA'dan 29'u da Arduino Uno R3'ü kullanarak ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulamak istemektedirler. Sonuç olarak, FBÖA'lar aldıkları ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulamayı düşünmektedirler. Öğrencilere problem durumları vererek onların çözüm üretmelerini ve proje üretmelerini istemektedirler. Öğretmen adaylarının eğitimde gördüklerini öğrencilerine de yaptırmak istemesinden eğitimin öğrenciler için faydalı olduğu sonucuna varılmaktadır. Başaran'ın (2019) çalışmasında FBÖA'ların 97'sinin Scratch-Arduino'yu daha sonra kullanmak istediklerini belirten ifadeler rastlanılmıştır. Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenlerinin büyük çoğunluğu (12 öğretmenin 10'u) Arduino robotik teknolojisini kullandığını belirtirken 5 öğretmen Vex robotik teknolojisini 3 öğretmen ise Lego robotik teknolojisini kullandığını belirtmiştir. Öğretmenler Arduino teknolojisini tercih etmesinin temel sebebi olarak maliyetinin düşük olması ve yaratıcılığı arttırması olarak belirtmişlerdir. Ertuğrul ve Genç'in (2019) çalışmasında FBÖA'lar robotik uygulamalar eğitimi aldıktan sonra bu uygulamaları meslek hayatlarında kullanmayı düşündüklerini ifade etmişlerdir. Çömek ve Avcı'nın (2016) çalışmasına katılan fen bilimleri öğretmenlerinin tamamı kendi öğrencilerine de aldıkları robotik uygulamaları eğitimini uygulamayı düşündüklerini belirtmişlerdir. Alanyazında da belirtildiği gibi FBÖA'lar ve öğretmenler aldıkları robotik uygulamalar eğitimi kendi öğrencilerine vermek istediklerini belirtmişlerdir.

5.5. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının ER Uygulamalarına Dayalı STEM Eğitiminde Yaratıcılık Becerilerinin Arduino Bilgi Testi Puanlarına Göre Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar ve Tartışma

Akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık ve tasarım bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.46'da verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı güzel bulunan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir. Benzer şekilde akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.46'da verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı bulunmayan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir. Sonuç olarak, akıllı sera tasarımı projesi yaratıcılık ve tasarım

bakımından değerlendirildiğinde FBÖA'ların görüşleri ile araştırmacının puanlaması örtüşmektedir.

Akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.54'te verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı güzel bulunan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir. Akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık ve tasarım bakımından değerlendirildiğinde Tablo 4.54'de verilen bulgular ile FBÖA'ların proje ürünleri yaratıcı ve tasarımı iyi bulunmayan gruplar hakkındaki görüşlerinin örtüştükleri görülmektedir. Akıllı şehir tasarımı projesinde Josephine Cochrane grubunun ürünü diğer gruplara göre daha yaratıcı bulunmuştur. FBÖA'lar da grup görüşmelerinde Josephine Cochrane grubunun akıllı şehir tasarımı projesini yaratıcı bulduklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak, akıllı şehir tasarımı projesi yaratıcılık bakımından değerlendirildiğinde akıllı sera tasarımı projesinde olduğu gibi FBÖA'ların görüşleri ile araştırmacının puanlaması örtüşmektedir.

Bu çalışmadaki gruplar için BY ÖT puanı ve Arduino bilgi testi puanı sınıf ortalamasından yüksek olan öğrencilerin projelerde gruplarına liderlik yaptığı söylenebilir. Grup çalışmasında sorun yaşamayan, BY ST ve Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksek olan grupların daha özgün ve yaratıcı projeler ortaya çıkardıkları sonucuna varılmıştır. Örnek olarak, Tesla ve Josephine Cochrane grubu grup çalışmalarında çok istekli ve grup çalışmalarında hiç sorun yaşamayan gruplardı. Bu grupların ortalama BY ST ve Arduino bilgi testi puanları da sınıf ortalamasından yüksektir. Tesla ve Josephine Cochrane grubu AST ve AŞT projelerinde en yaratıcı olan gruplardır. El-Cezeri grubu grup çalışmasında sıkıntı yaşamamıştır fakat El-Cezeri grubunun BY ST ve Arduino bilgi testi ortalama puanlarının sınıf ortalamasından düşük olmasından dolayı fakat gruba liderlik eden öğretmen adayları sayesinde sınıf ortalamasına yakın derecede özgün ve yaratıcı projeler yaptıkları sonucuna varılabilir. Kepler 2 grubu Kepler 1 grubundan ayrıldıktan sonra AŞT projesinde özgün ve yaratıcı bir proje ortaya koymuşlardır. Kepler 1, Steve Jobs ve Marie Curie grupları grup çalışmalarında sorunlar yaşayan gruplardır. Kepler 1 grubu BY ST ve Arduino bilgi testi puanlarının sınıf ortalamasına göre düşük olduğundan ve gruptaki kişi sayısının az olmasından dolayı özgün ve yaratıcı projeler üretilmedikleri sonucuna varılabilir. Steve Jobs ve Marie Curie gruplarının ise sınıf ortalamasından düşük fakat yakın olan özgünlükte ve yaratıcılıkta proje üretmişlerdir. Steve Jobs grubundaki SJ_1'in, SJ_3'ün ve SJ_5'in BY puanlarının düşmesi araştırmacı günlüğündeki görüşlere göre son test uygulamasını acele doldurup vermelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, Steve

Jobs grubu grup içinde sorunlar yaşadığından, BY ST ve Arduino bilgi testi puanlarının sınıf ortalamasına göre düşük olduğundan ve gruptaki kişi sayısının fazla olmasından dolayı özgün ve yaratıcı projeler üretemedikleri sonucuna varılabilir. Marie Curie grubu grup içinde birbirleriyle anlaşamamışlardır. BY ST ortalama puanı sınıf ortalamasına yakın ve yüksektir. Ortalama Arduino bilgi testi puanları ise sınıf ortalamasına yakın ve düşüktür. Marie Curie grubu diğer gruplara göre yaratıcı ve özgün proje ortaya koyamamışlardır. Bunun sebebi yaratıcı düşüncelerinin gelişmemesi, Arduino Uno R3 kullanımına hâkim olamamaları veya işbirliği içinde çalışamamaları olarak görülebilir.

Kepler 2, Tesla ve Josephine Cochrane gruplarının akıllı şehir tasarımı proje ürünleri yaratıcılık bakımından diğer gruplardan yüksek puan almıştır ve bu üç grup işbirlikli çalışabilmiştir. Bu üç grubun Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puan artışları diğer gruplara göre daha fazladır. Sadece bu üç grubun (T_1 ve JC_3 hariç) Arduino bilgi testi puanları sınıf ortalamasından yüksektir. Bu durumda grupların Arduino bilgi testi puanları, işbirlikli çalışmaları, Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanları ve proje ürünlerinin yaratıcılıkları birbiriyle paralellik göstermektedir denilebilir. Diğer bir deyişle Arduino bilgi testi puanı yüksek olanların ve işbirlikli çalışanların Eğitsel Robotik TPAB ÖYİ puanı daha yüksek ve proje ürünleri daha yaratıcıdır denilebilir. Bu çalışmanın katılımcıları için, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde grupların özgün ve yaratıcı projeler üretebilmeleri, yaratıcı düşünceleri, Arduino Uno R3'ü kullanabilmeleri, eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları ve grup çalışması yapabilmeleri ile ilgili olabileceği sonucuna varılmıştır. Kim, H. J., Kim ve Lim, (2020) bilimsel içerik bilgisi ile bilimsel yaratıcılık becerisi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmacılar bilimsel içerik bilgisi ne kadar yüksekse bilimsel yaratıcılık o kadar yüksektir sonucuna ulaşmışlardır. Bu eğitimde zaman geçtikçe FBÖA'ların hem fen alanına hem de teknoloji alanına ait içerik bilgilerinin geliştiği düşünülmektedir. Bu yüzden de FBÖA'lar zamanla daha yaratıcı düşünmeye başlamışlardır denilebilir. Amabile (1988) ve Torrance (Shaughnessy, 1998) içsel motivasyonun, Bandura (1997) öz-yeterliğin, Torrance (Shaughnessy, 1998) ise azmin yaratıcılık için kişinin temel özelliklerden birinin olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada FBÖA'ların motivasyonlarının arttığı ve eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançlarının geliştiği sonucuna varılmıştır. Eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inançları ve motivasyonları yüksek olan ve azimli olan grupların daha yaratıcı projeler ortaya çıkardığı söylenebilir. Ek olarak, ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi öğretmen adaylarına demokratik, fikirlerini rahatça paylaşabildiği, diğer bireylerle ortak çözümler üretebildiği ve yaratıcı ürünler üretmelerine olanak sağlayan bir

ortam sunmuştur. Böyle bir ortam FBÖA'ların işbirliği yapabilmelerini sağlamıştır. Grup çalışmasında işbirliği içinde çalışabilen grupların motivasyonları da yüksek olabileceği için daha yaratıcı projeler üretmiştir denilebilir.

5.6. Öneriler

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların eğitsel robotik TPAB öz-yeterlik inancı, bilimsel yaratıcılıkları ve bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisini, eğitim sürecinde FBÖA'ların bilimsel yaratıcılıklarının gelişimini ve eğitsel robotik ile teknolojik pedagojik alan bilgisi entegrasyonunu incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular ve ulaşılan sonuçlar neticesinde benzer çalışmalar yapacak araştırmacılara, bu eğitimi uygulayacak eğitimcilere ve eğitim yöneticilerine çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

5.6.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi FBÖA'lara ÖÖY-II dersinde uygulanmıştır ve bir dönem boyunca sürmüştür. FBÖA'lar bu eğitimde hem eğitsel robotiği hem de kodlama programını yeni öğrendikleri için zaman sıkıntısı yaşamışlardır. FBÖA'lar eğitim süresinin kısıtlı olduğundan görüşmelerinde ve yansıtıcı günlüklerinde bahsetmişlerdir. Ayrıca, FBÖA'lar eğitimi gelecekte uygulayacaklar için zaman problemi ile karşılaşabileceklerini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada FBÖA'lar 11 hafta eğitim görmüşlerdir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fazla zaman gerektirmesi nedeni ile araştırmacılara eğitim süresinin 11 haftadan uzun tutulması önerilmektedir. Araştırmacılara FBÖA'lara bir dönem eğitsel robotiğe ve kodlamaya zaman ayırdıktan sonra diğer dönem projeler tasarlayıp öğretmenlik uygulaması dersinde ilköğretim öğrencilerine uygulama yaptırtıp FBÖA'ları gözlemlmeleri önerilmektedir.

Yamak, Bulut ve Dünder (2014) STEM eğitiminin hem okullarda hem de okul dışındaki etkinliklerde yaygınlaştırılması gerektiğini söylemektedirler. Araştırmacılara ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi hem okullarda hem de okul dışı aktivitelerde uygulamaları önerilmektedir.

Bu çalışmada FBÖA'lara eğitsel robotik ile ilgili projeler tasarlatılmıştır. FBÖA'lar son tasarladıkları projeye yönelik ders planı da hazırlamışlardır fakat bu çalışma kapsamında

ders planlarını uygulamamışlardır. Araştırmacılara gelecek çalışmalarda FBÖA'lara ders planı tasarlatıp bu ders planlarını uygulattırmaları ve FBÖA'ların eğitimde kazandıkları bilgi ve becerileri uygulamalarına ne kadar yansıttıklarını gözlemlmeleri önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulanmadan önce gruplar BY ön test puanlarına göre her grupta düşük, orta ve yüksek BY puanı alan kişiler olacak şekilde oluşturulmuştur. Bu şekilde oluşturulan gruplarda sıkıntılar yaşandığı için gruplarda değişiklikler yapılmak zorunda kalınmıştır. Araştırmacılara grup oluştururken heterojen yapıda grup oluşturulmasının yanı sıra grup bireylerinin anlaşmalarına dikkat etmeleri gerektiği önerilmektedir. Grup bireyleri uzun süre birlikte etkinlikler ve projeler yapacakları için birbirleriyle anlaşmaları önem sağlamaktadır.

Türkiye'de STEM eğitimi son yıllarda daha fazla ilgi görmektedir. STEM eğitimine uygun öğretim ortamları özel okullarda bulunurken devlet okullarında bu ortam sağlanamamaktadır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde eğitsel robotik malzemeleri, kodlama yapabilmeleri için bilgisayarlar ve günlük yaşamda kullanılan malzemeler kullanılmaktadır. FBÖA'ların bu malzemeleri sürekli taşımamaları için ve proje tasarlamaya uygun öğrenme ortamına ihtiyaçları olmaktadır. Öğrenme ortamı grup çalışması yapmaya olanak sağlayan ve ayrı bir robotik sınıfı veya laboratuvarı olabilir. Araştırmacılara bu eğitim için uygun öğrenme ortamları hazırlamaları önerilmektedir.

Bu çalışma kapsamında ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin FBÖA'ların 21.yy. becerilerinden yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir. Araştırmacılara ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin eleştirel düşünme gibi diğer 21. yy. becerilerine etkisini inceleyen çalışmalar yapmaları önerilmektedir. Ayrıca, alanyazında STEM veya eğitsel robotik eğitiminin öğrenenlerin bilgi ve duyuş alanlarındaki etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Araştırmacılara bu anlamda hem eğitsel robotiği hem de STEM eğitimi birlikte içeren bu eğitimin öğrenenlerin bilgi ve duyuş alanlarına etkisini incelemeleri önerilmektedir.

Bu çalışma fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Hem robotiğin hem STEM eğitiminin son zamanlarda popüler olması ve fen bilimleri öğretim programına kısmen de olsa girmesi nedeni ile fen bilimleri öğretmenleri ile yürütülen çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi fen bilimleri öğretmenleri ile birlikte yürütülmesi önerilmektedir.

Türkiye’de robotik alanı ile ilgili öğretmenlerin eğitim alabileceği kurslar bulunmaktadır. Lisansüstü öğretim programlarında da robotik ve STEM eğitimi ile ilgili derslere rastlanmaktadır. Fakat bu kurslara ve lisansüstü derslere her öğretmenin erişim sağlaması mümkün olmamaktadır. Bu yüzden, robotik ve STEM ile ilgili eğitimlerin hizmet içi eğitim olarak öğretmenlere verilmesi önerilmektedir. Hatta bu alanlarla ilgili mesleki gelişim programı oluşturulması önerilmektedir. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi alan öğretmenlerin öğrencilerinin bilgi, beceri ve duyuş alanları üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde Arduino Uno R3 kullanılmıştır. Araştırmacılara farklı eğitsel robotik kitleri kullanarak eğitim vermesi önerilmektedir. Ayrıca, eğitimde belirli problem durumları verilerek FBÖA’ların bilimsel yaratıcılıkları incelenmiştir. Araştırmacılara hiç problem durumu vermeden katılımcıların tamamen özgür olacağı projeler tasarlatmaları önerilebilir. Bu çalışmada FBÖA’lara grup çalışması yaptırılmıştır ve grup proje ürünleri değerlendirilmiştir. Araştırmacılara katılımcılara bireysel proje yaptırıp proje ürünlerini hedef değişkenler bakımından incelemesi önerilmektedir.

5.6.2. Eğitimcilere Yönelik Öneriler

Bu çalışmanın bulgular kısmında FBÖA’ların ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulayacak kişilerin yaşayabileceği zorluklar ve ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlamaya yönelik öneriler ile ilgili görüşlerinden bahsedilmiştir. Bu eğitimi uygulayacak ilgili kişilerin bu bulgulara dikkat etmesi önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde zaman ile ilgili problemler ortaya çıkmıştır. FBÖA’lar daha uzun sürede bu eğitimi almak istediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, uygulayıcılar beceri geliştirmesi için daha fazla zamana ihtiyaç duyabilirler. Ek olarak, Bers ve Portsmore (2005) öğretmenlerin bir dönemde aldıkları hizmet içi eğitimlerle robotiği kendi derslerine entegre etmede gerekli bilgi ve becerileri edinmelerinde yetersiz olduğunu düşünmektedirler. Bu yüzden bu eğitimi uygulayacak eğitimcilere etkinliklere ve eğitime daha fazla zaman ayırmaları önerilmektedir.

Araştırmacılara bulunan önerilerdeki gibi eğitimcilere de ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde grup oluştururken grupların heterojen bir yapıda olmasının ve grup bireylerinin birbirleri ile anlaşmasının göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Ayrıca,

eğitimcilere öğrencilerin belirli bir yerde bulunup malzemeleri taşımamaları için uygun bir öğrenme ortamı hazırlamaları önerilmektedir. Öğrenme ortamı ayrı bir robotik sınıfı veya laboratuvarı olabilir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi doğası gereği interdisipliner bir çalışma gerektirmektedir. Tarkin-Çelikkıran ve Aydın-Günbatır (2017) okul ve üniversitenin ve farklı disiplinlerdeki öğretmenlerin birlikte çalışması STEM uygulamalarının başarısını gösterdiğini düşünmektedirler. Dolayısıyla eğitimcilere bu eğitimi uygularken farklı disiplinlerle işbirliği içinde çalışmaları önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi eğitimcilerin yeterli düzeyde teknolojik pedagojik alan bilgisine sahip olmayı gerektirmektedir. Eğitimcilerin eğitsel robotiğe uygun öğretim yöntemleri ile kazandırmak istediği alan bilgisini planlama becerisine sahip olması gerekmektedir. Eğitimciler ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimi sürecini planlarken öğrenen özelliklerini göz önünde bulundurması önerilmektedir. Ayrıca, planlama sürecinde ER uygulamalarına dayalı STEM eğitime uygun öğretim yöntem ve tekniklerini, öğretim programını ve ölçme değerlendirmeyi göz önünde bulundurması önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini uygulayacak eğitimcilere etkinlikleri yaptırırken problem durumunu günlük yaşamdan seçmeleri önerilmektedir. FBÖA'lar dersi günlük yaşamla ilişkilendirmenin öğrencilerin derse olan ilgisini artıracaklarını düşünmektedirler. Ayrıca, Oluk ve Korkmaz'ın (2018) çalışmasında bilişim teknolojileri öğretmenleri projelerin tekrara düşerek yaratıcılığı engelleyeceğini düşünmektedirler. Bu yüzden eğitimcilere öğrencilerin problem durumuna yaratıcı çözümler bulmalarına olanak sağlayacak durumlar oluşturmaları önerilmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde FBÖA'lar ilköğretim düzeyinde ders verecekleri için görsel kodlama programı kullanmıştır. Bu eğitimi farklı yaş grubunda uygulayacak eğitimciler için kodlama dilini seçerken yaş grubuna dikkat etmesi önerilmektedir.

Alanyazında eğitsel robotiğin pahalı olduğu söylenmektedir. Bu çalışmada eğitsel robotik aracı Arduino Uno R3 kullanılmıştır. Arduino Uno R3 hem açık kaynaklı olup hem de yazılımları ücretsizdir. Ayrıca, Arduino Uno R3'ün maliyeti düşüktür ve Arduino Uno R3 yaratıcı projeler üretmeye olanak sağlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı eğitsel robotik aracı olarak Arduino Uno R3 kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, Arduino Uno R3 kullanılarak

yaratıcı proje ürünleri üretmeden önce öğrencilerin bilgi ve beceri eksiklerinin giderilmesi önerilmektedir.

Eğitimcilerin ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini alan bireylerin öz-yeterliklerini geliştirmek için uzmanlık gerektiren deneyimler içeren, dolaylı edinilecek deneyimler yaşatan ve stres ve negatif duyguları azaltan öğrenme ortamı hazırlamaları önerilmektedir. Ayrıca, eğitimcilerin sözel ikna yoluyla bireylerin öz-yeterliklerini artırabileceği düşünülmektedir.

Son olarak, bu eğitimi uygulayacak eğitimcilerin süreçte rehber rolünü üstlenmeleri ve eğitimin her aşamasında öğrencilere dönüt vermesi önerilmektedir. Özellikle kodlama yaparken ve devre tasarlarken öğrencilerle bireysel olarak ilgilenmeleri önerilmektedir.

5.6.3. Eğitim Yöneticilerine Yönelik Öneriler

Erten'in (2019) çalışmasında bilişim teknolojileri ve yazılım öğretmenleri robotik eğitiminin her kademedeki öğrencilere verilmesini ve erken yaşta vermeye başlanmasını söylemişlerdir. Bu çalışmanın da bulgularına dayanarak eğitsel robotik STEM eğitiminin okul öncesinden başlanarak üniversite kademesine kadar verilmesi önerilmektedir. Bu anlamda devletin eğitimde robotiği destekleyici politikalar geliştirmesi ve üniversitelerin, MEB'in ve YÖK'ün işbirliği yapmaları gerekmektedir.

ER uygulamalarına dayalı STEM eğitimini ileride uygulayacak kişilerin yaşayabileceği zorluklar arasında malzeme temini ve maddi olanak bulunmaktadır. Bu kişilere araç-gereç ve malzeme desteği, etkinliklerin yapılabilmesi ortam ve bütçe sağlanmalıdır. MEB'in okullarda öğretmenlere imkân sağlaması ve YÖK'ün üniversitelere bütçe sağlaması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. Retrieved from http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf
- Ackermann, E. (2004). Constructing knowledge and transforming the world. M. Tokoro and L. Steels (Eds.), *A Learning Zone of One's Own: Sharing Representations and Flow In Collaborative Learning Environments* (pp. 15-37). Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington, DC: IOS Press
- Afari, E., & Khine, M. S. (2017). Robotics as an educational tool: impact of lego mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(6), 437-442.
- Ahlgren, D., & Verner, I. M. (2007). Building self-efficacy in robotics education. *Proceedings of the Seventeenth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, ASEE Conferences*, 138-143.
- Ak, B. (2008). Verilerin düzenlenmesi ve gösterimi. Ş. Kalaycı (Ed.), *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* içinde (s. 3-42). Ankara: Asil.
- Akçay, S. (2018). *Robotik FeTeMM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, bilimsel süreç becerileri ve motivasyonları üzerine etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Akdağ, F. T., & Güneş, T. (2017). Science high school students and teachers' opinions about The STEM Applications on the subject of energy. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(5), 1643-1656. <https://doi.org/10.24289/ijsser.337238>

- Akgün, A., Tokur, F., & Duruk, Ü. (2016). Associating conceptions in science teaching with daily life: water chemistry and water treatment. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences*, 6(1), 161-178. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.87973>
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & 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]*. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. www.academia.edu/download/38515423/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu-2015.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme. [The report of STEM education workshop: An assessment on STEM education in Turkey] [White Paper]*. İstanbul Aydın Üniversitesi: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. http://etkinlik.aydin.edu.tr/dosyalar/IAU_STEM_Egitimi_Calistay_Raporu_2015.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Akgündüz, D. (2016). A Rresearch about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365-1377. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1518a>
- Aksu, H. H. (2008). Öğretmen adaylarının matematik öğretimine yönelik öz-yeterlilik inançları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 161-170.
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: ilköğretim 7 sınıf fizik ünitesi örneği*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Aleamoni, L. M. (1976). The relation of sample size to the number of variables in using factor analysis techniques. *Educational and Psychological Measurement*, 36, 879-883. <https://doi.org/10.1177/001316447603600410>
- Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007, August). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. *EuroLogo*, 40, 19-24.

- Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. In Alimisis, D. (Ed.) *Teacher Education on Robotic-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, (pp. 11-26). ASPETE, Athens.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alimisis, D. (2019). Teacher training in educational robotics: The ROBOESL Project paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 279-290.
<https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>
- Alkılınç, S. (2019). *Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik görüşlerinin ve derslerine uygulamalarının araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365-377.
- Amabile, T. M. (1988). A model of creativity and innovation in organizations. *Research in organizational behavior*, 10(1), 123-167.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2005). Preservice elementary teachers as information and communication technology designers: An instructional systems design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(4), 292-302.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2008, March). *TPCK in pre-service teacher education: Preparing primary education students to teach with technology*. Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), New York City.
- Angeli, C., Valanides, N., & Christodoulou, A. (2016). Theoretical considerations of technological pedagogical content knowledge. In M. C. Herring, M. J. Koehler & P. Mishra (Eds.) *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators* (2nd Ed.). (pp. 11-33). New York and London: Routledge.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.

- Arlegui, J., Pina, A., & Moro, M. (2013). A PBL approach using virtual and real robots (with BYOB and LEGO NXT) to teaching learning key competences and standard curricula in primary level. *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, 323-328.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through *educational* robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
<https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>
- Avcı, B. (2017). *Lego Mindstorms robotik projelerinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Babb, P., Paulino, A., Miwa, T., Dianne, G., Gabriela, A. Y., Krista, F., & Sharon, F. (2016, April). *Pioneering STEM in undergraduate education: A course for pre-service teachers*. Paper Presented at the 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Abu Dhabi.
- Badeleh, A. (2019). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics [Special Issue]. *Education and Information Technologies*, 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s10639-019-09972-6>
- Baer, J. (1998). The case for domain specificity of creativity. *Creativity Research Journal*, 11, 173-177. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102_7
- Bakırcı, H., & Kutlu, E. (2018). *Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi*. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(2), 367-389. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.417939>
- Bal, N. (2019). *Temel robotik eğitiminin ortaokul öğrencilerin 21.yy. becerilerine ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Balasubramanian, K., Jaykumar, V., Fukey & L. N. (2014). A study on student preference towards the use of *edmodo* as a learning platform to create responsible learning environment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 144, 416-422.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.311>

- Balcı, A. (2006). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Bandura A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1>
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307-337). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (Eds.) (2012). *Robots in K-12 education: A new technology for learning*. Hershey, Pa: IGI Global.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.
- Barrett, P. T., & Kline, P. (1981). The observation to variable ratio in factor analysis. *Personality Study & Group Behaviour*, 1(1), 23-33.
- Bartlett, M. S. (1954). A note on the multiplying factors for various χ^2 approximations. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 16(2), 296-298.
- Başaran, B. (2018). *Arduino'nun elektrik deneylerine entegre edilmesinin ve deney raporlarının poster şeklinde hazırlanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının fizik laboratuvarlarına, teknolojiye ve bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Başaran-Symes, C. (2015). Eğitimde yeni trendler STEM konferansı açılış konuşması. <http://tusiad.org/tr/konusma-metinleri/item/8428-tusiad-yonetim-kurulu-baskani->

cansen-basaran-symesin-eitimde-yeni-trendler-stem-konferansi-acilis-konusmasi sayfasından erişilmiştir.

- Bektas, O., & Aslan, F. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Uygulamaları Hakkında Görüşlerinin Belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 17-50. <https://doi.org/10.46762/mamulebd.646318>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bennett, J. M. P. (2016). *An investigation of elementary teachers' self-efficacy for teaching integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>
- Bers, M., & Portsmore, M. (2005). Teaching Partnerships: Early Childhood and Engineering Students Teaching Math and Science Through Robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59–73. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2734-1>
- Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. NY: Teacher's College Press.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Bozkurt Altan, E., Yamak, H., & Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Bozkurt Altan, E., & Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: perceptions and competencies [Special Issue]. *Journal of Turkish Science Education*, 13, 103-117. <https://doi.org/10.12973/tused.10174a>

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, 1, 25.
- Brown, R. T. (1989). Creativity: What are we to measure? In J. A. Glover, R. R. Ronning & C. R. Reynolds (Eds.), *Handbook of creativity* (pp. 3-32). New York: Springer Science+Business Media.
- Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. NY: Guilford Publications, Inc.
- Buck Institute for Education (2011). Project based learning. Retrieved from <https://www.pblworks.org/why-project-based-learning>
- Bulduk, S. (2006). Sputnik sendromu. *Sosyoloji Dergisi*, 3(12), 61-69.
- Bursal, M. (2010). Turkish preservice elementary teachers' self-efficacy beliefs regarding mathematics and science teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(4), 649-666. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9179-6>
- Bütün, M. (2015). Öğretmenlik uygulaması dersinde ders imecesi modelinin uygulama sürecinin değerlendirilmesi: Sorunlar ve çözüm önerileri. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 136-167.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methodology] (8. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2007). Do we need another sputnik? *The American Biology Teacher*, 69(8), 454-457.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5595), 996. <https://doi.org/doi: 10.1126/science.1194998>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Virginia: National Science Teachers Association Press.

- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81-105. <https://doi.org/10.1037/h0046016>
- Canbazoğlu Bilici, S., Yamak, H., Kavak, N., & Guzey, S.S. (2013). Technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale (TPACK-SeS) for preservice science teachers: Construction, validation and reliability. *Eurasian Journal of Educational Research*, 52, 37-60.
- Canbazoğlu Bilici, S., Guzey, S., Donna, J., Roehrig, G., Karahan, E., Yamak, H., & Kavak, N. (2013). *A technological pedagogical content knowledge (TPACK)-based lesson plan assessment instrument*. Paper presented at The Association for Science Teacher Education (ASTE) 2013 International Conference, SC: Charleston.
- Capraro, R. M., & Slough, S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro & J. R. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (pp. 1-5). Netherlands: SensePublishers.
- Carberry, A. R., Lee, H. S., & Ohland, M. W. (2010). Measuring engineering design self-efficacy. *Journal of Engineering Education*, 99(1), 71-79. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01043.x>
- Carbonaro, M., Rex, M., & Chambers, J. (2004). Using LEGO robotics in a project-based learning environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1), 55-70.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1(2), 245-276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
- Cavas, B., Kesercioglu, T., Holbrook, J., Rannikmae, M., Ozdogru, E., & Gokler, F. (2012). The effects of robotics club on the students' performance on science process & scientific creativity skills and perceptions on robots, human and society. *Proceedings of 3rd International Workshop teaching robotics, teaching with robotics integrating robotics in school curriculum*, 40-50.

- Chambers, J. M., & Carbonaro, M. (2003). Designing, developing, and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 11(2), 209-242.
- Chao, J. (2011, September). The effects of LEGO Mindstorms on indigenous students' creativity in Taiwan—A case study of an Energy and Robotics Course. *Proceedings of 2011 International Conference on Electrical and Control Engineering*, 6907-6910. IEEE.
- Cocok, C. (2010). *Lego Mindstorms and critical thinking skills in the elementary classroom*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453–494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Constantinou, V., & Ioannou, A. (2018, September). *Development of computational thinking skills through educational robotics*. Paper presented at 13th European Conference on Technology Enhanced Learning, Leeds, UK.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2006). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- CSTA, & ISTE. (2011). Operational definition of computational thinking for K-12 education. Retrieved from: <http://www.iste.org/docs/pdfs/Operational-Definition-of-Computational-Thinking.pdf>
- Çeliker, H. D., Tokcan, A., & Korkubilmez, S. (2015). Fen öğrenmeye yönelik motivasyon bilimsel yaratıcılığı etkiler mi? [Does motivation toward science learning affect the scientific creativity?]. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(30), 167-192.
- Çetinkaya, S., & Tabak, S. (2019). Öğretmen Adaylarının Eğitim Programı Okuryazarlık Yeterlilikleri. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 38(1), 296-309. <https://doi.org/10.7822/omuefd.535482>
- Çınar, M., & Tüzün, H. (2017). *Eğitimde bilgisayarlı düşünme uygulamalarına ilişkin bir alanyazın incelemesi*. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumunda sunulmuş bildiri, Malatya, Türkiye.
- Çırak, B., & Yörük, A. (2015). Mekatronik biliminin öncüsü İsmail El-Cezeri. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 175-194.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM Kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Çömek, A., & Avcı, B. (2016) Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. A. M. Ger (Ed.), *Yükseköğrenim üzerine: Uluslararası yükseköğretimde yeni eğilimler kongresi içinde* (s. 104-115). İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Dedegil, M. Y. (2004b). *Creativity and superstition in life and science*. (Technical Report No. 1). Karlsruhe, Germany: Karlsruhe Technical Institute.

- Deniş Çeliker, H. (2012). *Fen ve teknoloji dersi "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmecesi" ünitesinde proje tabanlı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarılarına, yaratıcı düşüncelerine, fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi.* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Denscombe, M. (2008). Communities of practice a research paradigm for the mixed methods approach. *Journal of Mixed Methods Research*, 2(3), 270-283. <https://doi.org/10.1177/1558689808316807>
- Dere, E., Yücel, Ü. A., & Yalçınalp, S. (2016). İlköğretim Öğrencilerinin Eğitsel Bir Çevrimiçi Sosyal Öğrenme Ortamı Olan Edmodo'ya İlişkin Görüşleri. *Ilkogretim Online*, 15(3). <http://dx.doi.org/10.17051/io.2016.49794>
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications* (2nd edn). Newbury Park, CA: SAGE Publications.
- Djambong, T. & Freiman, V. (2016). Task-based assessment of students' computational thinking skills developed through visual programming on tangible coding environments. *Proceedings of the IADIS International Conference on Cognition & Exploratory Learning in Digital Age*, 41-51.
- Doğan, M. (2010). *Bilim ve teknoloji tarihi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Doğan, N. (2015). Yaratıcı düşünme ve yaratıcılık. Ö. Demirel (Ed.) *Eğitimde yeni yönelimler içinde* (s. 167-196). Ankara: Pegem Akademi.
- Drake, S. M. (1998). *Creating integrated curriculum: Proven ways to increase student learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, Inc.
- Drake, S. M. & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. US: ASCD Publications.
- Dugger, W. E. (2010, December). *Evolution of STEM in the United States*. Paper presented at the 6th Biennial International Conference On Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia.
- Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Eguchi, A. (2012). Educational robotics theories and practice: Tips for how to do it right. In B. S. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett & V. I. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 1-30). Hershey, PA: IGI Global.
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5-11. https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Eguchi, A. (2015). Educational robotics as a learning tool for promoting rich environments for active learning (REALs). In J. Keengwe (Ed.), *Handbook of research on educational technology integration and active learning* (pp. 19-47). Hershey, PA: IGI Global.
- Eguchi, A. (2016). Computational Thinking with Educational Robotics. In G. Chamblee & L. Langub (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 79-84). Savannah, GA, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Ekici, M., & Çınar, M. (2020). Bilgisayar programlama öz-yeterlik ölçeğinin Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 10(2), 1017-1040. <https://doi.org/10.18039/ajesi.725161>
- Ekici, E., Ekici, F. T., & Kara, İ. (2012). Öğretmenlere yönelik bilişim teknolojileri öz-yeterlik algısı ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(31), 53-65.
- Ekiz, D. (2006). Kendini ve başkalarını izleme: Sınıf öğretmeni adaylarının yansıtıcı günlükleri. *İlköğretim Online*, 5(1), 45-57.
- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. *School Science and Mathematics*, 90(8), 694-706. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb12048.x>
- Ensari, Ö. (2017). *Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşleri*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Erdoğan, Ö. (2019). *Robotik lego uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının 21.yüzyıl becerileri üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Erdoğan, N., Corlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining innovation literacy: Do robotics programs help students develop innovation literacy skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- Erdoğan, Ö., Kurt, M., & Toy, M. (2020) Robotik uygulamaların fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı 21. yüzyıl becerileri üzerindeki etkisinin incelenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 117-137.
- Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011, Şubat). *Programlama dilleri öğretiminde bir model önerisi: Robot programlama*. XIII. Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulmuş bildiri, Malatya, Türkiye.
- Erten, E. (2019). *Kodlama ve robotik öğretimi üzerine bir durum çalışması*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47-61.
- Ertmer, P. A., Paul, A., Molly, L., Eva, R., & Denise, W. (1999). Examining teachers' beliefs about the role of technology in the elementary classroom. *Journal of research on Computing in Education*, 32(1), 54-72.
<https://doi.org/10.1080/08886504.1999.10782269>
- Ertuğrul, D., & Genç, M. (2019, Haziran). *Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Robotik Uygulamalara İlişkin Görüşleri*. Uluslararası STEM Öğretmenler Konferansı'nda sunulmuş bildiri, İstanbul, Türkiye.
- Eteokleous-Grigoriou, N. & Psomas, C. (2013). Integrating Robotics as an Interdisciplinary-Educational Tool in Primary Education. In R. McBride & M. Searson (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2013* (pp. 3877-3881). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Felix, A., & Harris, J. (2010). A project-based, STEM-integrated alternative energy team challenge for teachers. *The Technology Teacher*, 69(5), 29-34.
- Fensham, P. (2008). *Science education policy-making: Eleven emerging issues*. UNESCO.
- Field, A., (2005). *Discovering statistics using SPSS*. Sage Publications Inc, London.

- Fiorini, P. (2005). Encouraging robotics to take root [teaching tool]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 12(3), 15. <https://doi.org/10.1109/MRA.2005.1511864>
- Force, U. S. T. (2014). *Innovate: A blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education (STEM task force report)*. Dublin, CA: Californians Dedicated to Education Foundation. Retrieved from <https://www.cde.ca.gov/eo/in/stemtf.asp>
- Fortus, D., Krajcikb, J., Dershimerb, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naamand, R. (2005). Design-based science and real-world problem solving. *International Journal of Science Education*, 855–879. <https://doi.org/10.1080/09500690500038165>
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). Boston: McGraw-Hill, 420.
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., & Monfalcon, S. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *Workshop Proceedings of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN)*, 54-65.
- Friedman, T. L. (2005). *The world is flat: A brief history of the twenty-first century*. New York: Farrar, Straus, and Giroux.
- Gardner, H. (2008). The five minds for the future. *Schools*, 5(1/2), 17-24.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3-17). Kluwer Academic Publishers.
- Glesne, C., & Peshkin, A. (1992). *Becoming qualitative researchers: An introduction*. White Plains, NY: Longman.
- Goddard, R. D., Hoy, W. K., & Hoy, A. W. (2000). Collective teacher efficacy: Its meaning, measure, and impact on student achievement. *American Educational Research Journal*, 37(2), 479-507. <https://doi.org/10.3102/00028312037002479>
- Greene, J. C., & Caracelli, V. J. (1997). Defining and describing the paradigm issue in mixed-method evaluation. *New Directions for Evaluation*, 74, 5-17. <https://doi.org/10.1002/ev.1068>

- Grossman. P. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York, Teachers College Press.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43.
<https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Guskey, T. R., & Passaro, P. D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American Educational Research Journal*, 31, 627-643.
<https://doi.org/10.3102/00028312031003627>
- Günel, G. (2006). *Sınıf öğretmeni adaylarının yaratıcılık düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi (Pamukkale Üniversitesi örneği)*. (Yüksek Lisans Tezi).
<https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Gültepe, A. (2018). Kodlama öğretimi yapan bilişim teknolojileri öğretmenleri gözüyle öğrenciler kodluyor. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi (ULED)*, 2(2), 50-60.
- Gürgen, E. T., & Bilen, S. (2005). Müzik alan derslerinin müzik öğretmeni adaylarının yaratıcı düşünme becerileri üzerindeki etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 325-338.
- Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin görüşleri: Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(2), 649-684.
- Hambleton, R. K., & Traub, R. E. (1973). Analysis of empirical data using two logistic latent trait models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 26(2), 195-211. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1973.tb00517.x>
- Hamutoğlu, N. B., & Kıyıcı, M. (2017). Bir eğitsel sosyal ağ olarak Edmodo'nun yükseköğretimde kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(2), 322-343.
<https://doi.org/10.24315/trkefd.290573>
- Han, S., & Bhattacharya, K. (2001). Constructionism, learning by design, and project based learning. In M. Orey (Ed.), *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology* (pp. 127-141). North Charleston: CreateSpace.

- Hartzler, D. S. (2000). *A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>
- Haverback, H. R. & Parault, S., J. (2011). High efficacy and the preservice reading teacher: A comparative study. *Teaching and Teacher Education*, 27, 703-711. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.12.001>
- Hechter, R. P., & Vermette, L. A. (2013). Technology integration in K-12 science classrooms: An analysis of barriers and implications. *Themes in Science and Technology Education*, 6(2), 73-90.
- Hoy, A. W., & Spero, R. B. (2005). Changes in teacher efficacy during the early years of teaching: A comparison of four measures. *Teaching and Teacher Education*, 21(4), 343-356. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.01.007>
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Hunter, A., & Brewer, J. D. (2015). Designing multimethod research. In S. Hesse-Biber & R. B. Johnsan (Eds.), *The Oxford handbook of multimethod and mixed methods research inquiry* (pp. 185-205). NY: Oxford University Press.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13-16.
- Hurd, P. D. (1972). Emerging perspectives in science teaching for the 1970s. *School Science and Mathematics*, 72(9), 765–772. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1972.tb08929.x>
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2531-2544. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z>
- ISTE & CSTA (2011). Operational definition for computational thinking. Retrieved from <http://www.iste.org/docs/pdfs/Operational-Definition-of-Computational-Thinking.pdf>.

- ISTE (2015). CT Leadership toolkit. Retrieved from <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ctleadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>.
- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>
- Jim, C. K. W. (2010). *Teaching with LEGO mindstorms robots: Effects on learning environment and attitudes toward science*. (Doctoral dissertation). Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133.
<https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (2004). *Lisrel 8.71: User's reference guide*. Chicago, IL: Scientific Software.
- Jun, W.C. (2015). A study on the development of a teaching-learning model using robots to improve creativity. *Internet Information Society Journal*, 16(5), 99-105.
<https://doi.org/10.7472/jksii.2015.16.5.99>
- Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, 3(12), 1-7.
- Kadayıfçı, H. (2008). *Yaratıcı düşünmeye dayalı öğretim modelinin öğrencilerin maddelerin ayrılması ile ilgili kavramları anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Kaiser, H. F. (1970). A second-generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kaiser, K. (2016). *Designing sewn circuits and STEM self-efficacy in middle school girls*. (Doctoral dissertation).
Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>

- Kalelioglu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: A discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50.
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2015). *Bilgi işlemsel düşünme nedir ve nasıl öğretilir? 3. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu'nda sunulmuş bildiri*, Trabzon, Türkiye.
- Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583–596.
- Karaahmetoğlu, K. (2019). *Proje tabanlı Arduino eğitsel robot uygulamalarının öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerileri ve temel STEM beceri düzeyleri algılarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Karademir, T., Cesur, A., Büyükgene, G., Kaba, Ö. S., & Kesici, Y. (2018). Teknolojik ritimler: Müzik eğitiminde robotik uygulamaların kullanımı. *Elementary Education Online*, 17(2), 717-737. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2018.419045>
- Kaya, M., Korkmaz, Ö., & Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış robot etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 54-70. <https://doi.org/10.12984/eeefd.588512>
- Kaygısız, G. M., Üzümcü, Ö., & Uçar, F. M. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *Elementary Education Online*, 19(3), 1200-1213. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.728020>
- Kazaz, H., & Bahçeci, F. (2016). BÖTE bölümü öğretmen adaylarının Edmodo kullanımına dair görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 9-20.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khanlari, A. (2013). Effects of robotics on 21st century skills. *European Scientific Journal*, 9(27), 26-36.
- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışıık ünitesi öğretiminde kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Kıran, D., & Sungur, S. (2012). Middle school students' science self-efficacy and its sources: Examination of gender difference. *Journal of Science Education and Technology*, 21(5), 619-630. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9351-y>
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, RB., Doshi, P., & Thai, CN. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
- Kim, H. J., Kim, M. J., & Lim, C. (2020). The relationship between scientific content knowledge and scientific creativity of science-gifted elementary students-focusing on the subject of biology. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(3), 382-398. <https://doi.org/10.15267/keses.2020.39.3.382>
- Klassner, F. (2002). A Case Study of LEGO MINDSTORMS' suitability for artificial intelligence and robotics courses at the college level. In *Proceedings of the 33rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 34(1), 8-12.
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. London: Routledge.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: Guilford Press.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical knowledge. In AACTE (Ed.), *The Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators* (p.3-30). New York: Routledge.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3), 740-762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- Korkmaz, H., & Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193-200.
- Korkmaz, Ö., Cakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>

- Kumar, V. (2010). 50 Years of robotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 17(3), 8. <https://doi.org/10.1109/MRA.2010.938493>
- Kurnaz, A. (2013). *Eleştirel düşünme öğretimi etkinlikleri* (2. Baskı). Konya: Eğitim Yayınevi.
- Küçük, S., & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *Ilkogretim Online*, 16(1), 312-325. <http://dx.doi.org/10.17051/io.2017.12092>
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM education through project-based learning. Retrieved from <http://www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx>.
- Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). 7 essentials for project-based learning. *Educational Leadership*, 68(1), 34–37. Retrieved from http://www.ascd.org/publications/educational_leadership/sept10/vol68/num01/Seven_Essentials_for_Project-Based_Learning.aspx
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- Lederman, N.G., & Niess, M.L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57–58.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929902>
- Lee, J., Park, H., & Choi, H. (2018). Effects of SW education using robots on computational thinking, creativity, academic interest and collaborative skill. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 22(1), 9-21. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2018.22.1.9>
- Leonard, W. H. (1982). A case for quantitative treatment verification in science teaching research. *Journal of Research in Science Teaching*, 19(6), 503-510. <https://doi.org/10.1002/tea.3660190609>
- Liang, J. C. (2002). Exploring scientific creativity of eleventh grade students in Taiwan. (Doctoral dissertation).

Retrieved from <http://search.proquest.com/pqdtglobal/index?accountid=13014>

- Lin, C. H., Liu, E. Z. F., Kou, C. H., Virnes, M., Sutinen, E., & Cheng, S. S. (2009). A case analysis of creative spiral instruction model and students' creative problem solving performance in a Lego® robotics course. In M. Chang, R. K. Kinshuk, G. D. Chen, & M. Hirose (Eds.), *Learning by playing game-based education system design and development proceedings of fourth international conference e-learning and games edutainment* (pp. 501-505). Heidelberg: Springer.
- Liu, E. Z. F., Lin C. H., Liou, P. Y., Feng, H. C., & Hou, H. T. (2013). An analysis of teacher-student interaction patterns in a robotics course for kindergarten children: A pilot study. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(1), 9-18.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1>
- Mahoney, M. P. (2010). Students' attitudes toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 24-34. <https://doi.org/10.21061/jots.v36i1.a.4>
- Mallik, A., Rahman, S. M. M., Rajguru, S. B., & Kapila, V. (2018, June). *Fundamental: Examining the Variations in the TPACK Framework for Teaching Robotics-aided STEM Lessons of Varying Difficulty*. Paper presented at the American Society for Engineering Education (ASEE).
- Mataric, M. J. (2004, March). Robotics education for all ages. *Proceeding of the American Association for Artificial Intelligence (AAAI) Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*, 22-24. Palo Alto, CA. Retrieved from <https://www.aaai.org/Papers/Symposia/Spring/2004/SS-04-01/SS04-01-004.pdf>
- Mataric, M. J., Koenig, N. P., & Feil-Seifer, D. (2007, March). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. *Proceeding of the American Association for Artificial Intelligence (AAAI) Spring Symposium: Semantic Scientific Knowledge Integration*, 99-102. Palo Alto, CA.
- Mead, R. A., Thomas, S. L., & Weinberg, J. B. (2012). From grade school to grad school: An integrated STEM pipeline model through robotics. In B. S. Barker, G. Nugent,

- N. Grandgenett & V. I. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 302-325). Hershey, PA.: IGI Global.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from "Case study research in education"*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative research: A guide to design and implementation: Revised and expanded from qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (2009). Dikkatli bir gözlemci olmak. S. Turan (Ed.), *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (s. 11-130). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2005). *Fen ve teknoloji dersi öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3,4,5,6,7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2015). Öğreticiler için mesleki etik ilkeler. http://personel.meb.gov.tr/02032141_mesleki_etik_ilkeler.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2016). *STEM eğitimi raporu*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2017). İlköğretim ve ortaöğretim öğretim programlarının güncellenmesi. <https://ttkb.meb.gov.tr/www/ilkogretim-ve-ortaogretim-ogretim-programlari/guncellenmesi/icerik/289#> sayfasından erişilmiştir.
- Millî Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Basım Evi.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded source book* (2nd Ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76–78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35–60). West Lafayette: Purdue University Press.
- Morgan, D. L. (2013). *Integrating qualitative and quantitative methods: A pragmatic approach*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Morrison, J. (2006). STEM education monograph series: Attributes of STEM education the student, the school, the classroom. *Teaching Institute for Essential Science*. 20, 2-7.
- Morris, D. B., & Usher, E. L. (2011). Developing teaching self-efficacy in research institutions: A study of award-winning professors. *Contemporary Educational Psychology*, 36(3), 232-245. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.10.005>
- Morse, J. M., & Niehaus, L. (2009). *Principles and procedures of mixed methods design*. Walnut Creek, CA, USA: Left Coast Press Inc.
- Morse, J. M. (2003). Principles of mixed methods and multimethod research design. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 189-208). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1, 1-7. <https://doi.org/10.2316/JOURNAL.209.2013.1.209-0015>
- Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM perception and preparation: Inquiry-based STEM professional development for elementary teachers. *Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168. [doi:10.1080/00220671.2012.667014](https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014).

- National Advisory Committee on Creative and Cultural Education (NACCCE) (1999). *All our futures: creativity, culture and education*. Retrieved from www.tracscotland.org/.../Creativity%20Culture%20and%20
- NGSS (2013) Next generation science standards. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/>
- National Education Association. (2012). *Preparing 21st century students for a global society: An educator's guide to the "four Cs."*. Retrieved from <http://www.nea.org/tools/52217.htm>
- National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, D.C.: National Academies Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509-523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Noh, J., & Lee, J. (2020). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V.I. (2010) Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391- 408. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782557>
- Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama öğretiminde robot kullanımı-mBot örneği [Robot Usage in Programming Teaching -Mbot Example]. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [B.U. Journal of Faculty of Education]*, 6(2), 497-515. <https://doi.org/10.14686/buefad.306198>
- Okkesim, B. (2014). *Fen ve teknoloji eğitiminde robotik uygulamaları*. (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Oluk, A., & Korkmaz, Ö. (2018). Bilişim teknolojileri öğretmenlerinin eğitsel robotların kullanımına yönelik görüşleri. S. Dinçer (Ed), *Değişen dünyada eğitim içinde* (s. 215-224). Ankara: Pegem Akademi.
- Oral, G. (2006). Creativity in Turkey and Turkish-speaking countries. In J. C. Kaufman & R. J. Sternberg (Eds.), *The international handbook of creativity* (pp. 337-373). NY: Cambridge University Press.
- Orhon, G. (2014). *Yaratıcılık: Nörofizyolojik, felsefi ve eğitsel temeller* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (ÖYEGM). (2008). *Öğretmenlik Mesleği Genel ve Özel Alan Yeterlikleri*. Ankara.
- Öğretmen Yetiştirme ve Eğitimi Genel Müdürlüğü (ÖYEGM). (2017). *Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri*. Ankara.
- Özdoğru, E. (2013). *Fiziksel olaylar öğrenme alanı için Lego program tabanlı fen ve teknoloji eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve Fen ve Teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Özkan, Ö. T., & Tekkaya, C. C., & Çakıroğlu, J. (2002, Eylül). *Fen bilgisi aday öğretmenlerin fen kavramlarını anlama düzeyleri, fen öğretimine yönelik tutum ve öz-yeterlik inançları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, ODTÜ, Ankara.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332. <https://doi.org/10.3102/00346543062003307>
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows*. Mc Graw Hill: Open University Press.
- Papanikolaou, K., Frangou, S., & Alimisis, D. (2009). *Challenges and achievements of the TERECoP project: the Hellenic experience*. Paper presented at the Lessons Learnt from the TERECoP Project and New Pathways into Educational Robotics Across Europe, Aspete, N. Heraklion, Athens.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.

- Papert, B. S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Partnership for 21st Century Skills (2015). *Partnership for 21st century learning 2015*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/P21_framework_0515.pdf.
- Patton, M. Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Newbury Park, CA: SAGE Publications, Inc.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA, US: SAGE Publications, Inc.
- Patton, M. Q. (2002). Qualitative interviewing. *Qualitative Research and Evaluation Methods*, 3(1), 344-347.
- Perritt, D. C. (2010). Including professional practice in professional development while improving middle school teaching in math. *National Teacher Education Journal*, 3(3), 73-76.
- Peterson, R. E. (2002). Creativity and problem solving in technology education. *Technology Education Journal*, 4, 20-26. Retrieved from <http://www.tec.appstate.edu/te/organizations/NCCTTEJournalVol5.pdf>.
- Plucker, J. A. (2004). Generalization of creativity across domains: Examination of the method effect hypothesis. *Journal of Creative Behavior*, 38(1), 1-12. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2004.tb01228.x>
- Prayaga, L., Prayaga, C., Whiteside, A., & Suri, R. (2015). *Robotics: A project-based approach*. Boston, MA: Cengage Learning PTR
- Rahman, S. M. M., & Krishnan, V. J., & Kapila, V. (2017, June), *Exploring the dynamic nature of TPACK framework in teaching STEM using robotics in middle school classrooms*. Paper presented at 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, Columbus, Ohio. <https://doi.org/10.18260/1-2--28336>
- Ravitz, J., Hixson, N., English, M., & Mergendoller, J. (2011, April). *Using project based learning to teach 21st century skills: Findings from a statewide initiative*. Proposal

version of paper to be presented at Annual Meetings of the American Educational Research Association. Vancouver, BC.

Repenning, A., Basawapatna, A., & Escherle, N. (2016, September). Computational thinking tools. In A. Blackwell, B. Plimmer, & G. Stapleton (Eds.), *2016 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)* (pp. 218-222). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/VLHCC.2016.7739688>

Retrieved from http://www.bie.org/research/study/PBL_21CS_WV

Resnick, M. (2007, June). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition*, 1-6.

Rittmayer, M.A. & Beier, M.E. (2008). Overview: Self-efficacy in STEM. In B. Bogue & E. Cady (Eds.), *Applying research to practice (ARP) resources*. Retrieved from <http://www.engr.psu.edu/AWE/ARPresources.aspx>

Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. In T. Ginner, J. Hallström & M. Hulten (Eds.), *Proceeding of the PATT 26 conference, technology education in the 21st century* (pp. 111-118). Linköping University Electronic Press.

Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the “E” in K-12 STEM education. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.

Rogers, A. (2011). Using Edmodo to extend literacy learning: Grade 6 novel study. *Learning, Literacies, & Libraries*, 4(1), 28.

Rose, S., Habgood, J., & Jay, T. (2017). An exploration of the role of visual programming tools in the development of young children’s computational thinking. *Electronic Journal of E-Learning*, 15(4), 297-309.

Ruiz-del-Solar, J., & Avilés, R. (2004). Robotics courses for children as a motivation tool: The Chilean experience. *IEEE Transactions on Education*, 47(4), 474-480.
<https://doi.org/10.1109/TE.2004.825063>

Ryu, H.J., Kwak, S.S., & Kim, M.S. (2008). Design factors for external form of robots as elementary school teaching assistants. *Bulletin of Japanese Society for Science of Design (JSSD)*, 54(6), 39-48. https://doi.org/10.11247/jssdj.54.39_3

- Salinger, G., & Zuga, K. (2010). Background and history of the STEM movement. In ITEEA (Ed.), *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering K-12 education* (pp. 4-9). Reston, VA: International Technology Education Association.
- Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M., & Wells, J. (2010). *Virginia Tech, Integrative STEM Education Graduate Program*. Retrieved from VirginiaTech:
<http://web.archive.org/web/20100924150636/http://www.soe.vt.edu/istemed>
- Sapnas, K. G., & Zeller, R. A. (2002). Minimizing sample size when using exploratory factor analysis for measurement. *Journal of Nursing Measurement*, 10(2), 135-154.
<https://doi.org/10.1891/jnum.10.2.135.52552>
- Saygılı, S. D. (2015). *Projelerle arduino*. İstanbul: Abaküs.
- Scherer, R. F., Luther, D. C., Wiebe, F. A., & Adams, J. S. (1988). Dimensionality of coping: Factor stability using the ways of coping questionnaire. *Psychological Reports*, 62(3), 763-770. <https://doi.org/10.2466/pr0.1988.62.3.763>
- Seferoğlu, S. S. (2004). Öğretmen yeterlilikleri ve mesleki gelişim. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim*, 58, 40-45.
- Seiter, L., & Foreman, B. (2013, August). Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students. *Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research*, 59-66.
- Shaughnessy, M. F. (1998). An interview with E. Paul Torrance: About creativity. *Educational Psychology Review*, 10(4), 441-452.
<https://doi.org/10.1023/A:1022849603713>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(13), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>

- Shulman, L.S. (1986). Those who understand; Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sklar, E., & Eguchi, A. (2004). RoboCupJunior – Four years later. In D. Nardi, M. Riedmiller, C. Sammut & J. Santos-Victor (Eds.), *Proceedings of RoboCup-2004: Robot Soccer World Cup VIII*, 172-183.
- Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97-107. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001>
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications Inc.
- Sternberg, R. J. (2009). Domain-generalit  versus domain-specificity of creativity. In P. Meusburger, J. Funke & E. Wunder (Eds.), *Milieus of Creativity: An interdisciplinary approach to spatiality of creativity* (pp. 25-38). Springer Netherlands.
- Stevens, J. P. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (4th ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research*. Sage publications.
- Suna, H. E., Tanberkan, H., Taş, U. E., Eroğlu, E., & Altun,  . (2019). *PISA 2018 Türkiye  n Raporu*. <http://pisa.meb.gov.tr/sayfasından> erişilmiştir.
- Sungur G l, K., & Marulcu,  . (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara  ğretmen ile  ğretmen adaylarının bakış a ıllarının incelenmesi. *Turkish Studies-International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 761-786. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.6561>
- S men,  .  ., &  alisici, 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. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0166>

- Şahiner, A., & Kert, S. B. (2016). Komputasyonel düşünme kavramı ile ilgili 2006-2015 yılları arasındaki çalışmaların incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(9), 38-43.
- Şimşek, E. (2018). *Programlama öğretiminde robotik ve scratch uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri ve akademik başarılarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Şimşek, E. (2019). *Fen bilgisi öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik öz-yeterlik inançları, tutumları ve görüşlerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics*, (4th ed.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Tarkın Çelikkıran, A., & Aydın Günbatar, S. (2017). Kimya öğretmen adaylarının FeTeMM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 1624-1656.
<http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2017.58>
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003a). Issues and dilemmas in teaching research methods courses in social and behavioural sciences: US perspective. *International Journal of Social Research Methodology*, 6(1), 61-77.
<https://doi.org/10.1080/13645570305055>
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the Schools*, 13(1), 12-28.
- Torrance, E. P. (1990) *Torrance tests of creative thinking*. Beaconville, IL: Scholastic Testing Services.
- Torrance, E. P. (1995). Insights about creativity: Questioned, rejected, ridiculed, ignored. *Educational Psychology Review*, 7(3), 313-322.
- Tschannen-Moran, M., Hoy, A. W., & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research*, 68(2), 202-248.
<https://doi.org/10.3102/00346543068002202>

- Tunç, C. (2019). *STEM Bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programının uygulanması ve değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- TUSIAD (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması* [Demands and expectations towards labour force educated on Science, technology, engineering and mathematics]. http://www.tusiad.org.tr/_rsc/shared/file/STEM-ipsos-rapor.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Türk Eğitim Derneği (2009). *Öğretmen yeterlikleri özet rapor “öğretmene yatırım, geleceğe atılım”*. http://portal.ted.org.tr/yayinlar/Ogretmen_Yeterlik_Kitap.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Türk Eğitim Derneği (2015). *Ulusal eğitim programı 2015-2022*. İstanbul: Türk Eğitim Derneği. <http://www.ted.org.tr/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FFF83D97ED1ADEFC2E> sayfasından erişilmiştir.
- Usluel, Y. K., Mumcu, F. K., & Demiraslan, Y. (2007). Öğrenme-öğretme sürecinde bilgi ve iletişim teknolojileri: Öğretmenlerin entegrasyon süreci ve engelleriyle ilgili görüşleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(32), 164-178.
- Üçgül, M. (2012). *Eğitsel robot kamplarının tasarımı ve geliştirilmesi* [Design and development issues for educational robotics training camps]. (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya içinde* (s. 295-318). Ankara: Pegem.
- Vasquez, J. A. (2015). STEM--Beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3–8: integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Voogt, J. (2011). *Teacher competencies for 21st century pedagogy*. Paper presented at the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2011, Chesapeake, VA.

- Wang, L., Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2004). Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(3), 231-250. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782414>
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505>
- Williams, K., Igel, I., Poveda, R., Kapila, V., & Iskander, M. (2012). Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs. *Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-27.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wood, S. (2003). *Robotics in the classroom: A teaching tool for K- 12 educators*. Paper presented at the *Symposium of Growing up with Science and Technology in the 21st Century*, Virginia, ABD.
- Yalçın, M. (2011). *İlköğretim okullarında okul müdürüne ilişkin metaforik algılar*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yanış, H., & Yürük, N. (2020). Development, validity, and reliability of an educational robotics based technological pedagogical content knowledge self-efficacy scale. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-29. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1784065>
- Yanpar-Yelken, T., Çelikkaleli, Ö., & Çapri, B. (2007). Eğitim fakültesi kalite standartlarının belirlenmesine yönelik öğretmen aday görüşleri (Mersin Üniversitesi örneği). *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 191-215.
- Yıldırım, A., & Simsek, H. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.

- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (50), 70-98. <https://doi.org/10.9779/pauefd.586603>
- Yılmaz, M., Ozcelik, S., Yilmazer, N., & Nekovei, R. (2013). Design-oriented enhanced robotics curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 56(1), 137-144. <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2220775>
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods* (3rd ed.). London: SAGE Publications, Inc.
- Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yoon, S. Y., Evans, M. G., & Strobel, J. (2012, June). Development of the teaching engineering self-efficacy scale (TESS) for k-12 teachers. *Proceedings of the 2012 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. San Antonio, TX.
- Yoon Yoon, S. Evans, M. G., & Strobel, J. (2014). Validation of the teaching engineering self-efficacy scale (TESS) for K-12 teachers: A structural equation modeling approach. *Journal of Engineering Education*, 103(3), 463-485. <https://doi.org/10.1002/jee.20049>
- You, H. S., & Kapila, V. (2017, June). Effectiveness of professional development: Integration of educational robotics into science and math Curricula. *Proceeding of ASEE Annual Conference & Exposition*, Columbus, Ohio. <https://doi.org/10.18260/1-2--28207>
- Yüksel, S. (2015). Öğretmen yetiştirme politikalarında dönüşüm: 21. yy. öğretmenini yetiştirme. *Türkiye Özel Okullar Birliği Dergisi*, 8(32), 23-28.
- Yükseltürk, E., & Altıok, S. (2015). Bilişim teknolojileri öğretmen adaylarının bilgisayar programlama öğretimine yönelik görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 50-65.

Zeldin, A. L., & Pajares, F. (2000). Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers. *American Educational Research Journal*, 37(1), 215-246. <https://doi.org/10.3102/00028312037001215>

Zawieska, K., & Duffy, B. R. (2015). The social construction of creativity in educational robotics. In R. Szewczyk, C. Zielinski, & M. Kaliczynska (Eds.), *Progress in automation, robotics and measuring techniques* (pp. 329-338). Switzerland: Springer International Publishing.

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-15847-1>



EKLER



EK 1. Katılımcılar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

Değerli Katılımcılar,

Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü'nde araştırma görevlisi ve doktora öğrencisiyim. Bu çalışmada, tez danışmanım Doç. Dr. Nejla Yürük ile birlikte eğitsel robotik uygulamalarına dayalı Fen Teknoloji Mühendislik Matematik (STEM) eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının becerilerine etkisini incelemeyi amaçlıyoruz ve eğitim hakkında görüşlerinizi almak istiyoruz.

FB405A Özel Öğretim Yöntemleri dersi kapsamında yapacağınız ders planları, proje ürünleri, görüşmeleriniz, video kayıtlarınız ve doldurduğunuz ölçekler bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınacaktır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahiptir. Çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Çalışma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgileriniz dikkatle korunacaktır. Bilgilere sadece araştırma ekibi erişebilecektir. Çalışmadan çekilmeniz durumunda size ait veriler hiçbir şekilde kullanılmayacaktır.

Araştırmaya yönelik ve araştırma sürecinde olabilecek sorularınız için kişisel iletişim bilgilerimiz aşağıdaki gibidir:

Arş. Gör. Hilal Yanış, Adres: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Hersek Binası 252 Nolu Oda Teknikokullar/ANKARA
E-Posta: hilalyanis@yahoo.com

Doç. Dr. Nejla Yürük, Adres: Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Hersek Binası 256 Nolu Oda Teknikokullar/ANKARA
E-Posta: yuruknejla@yahoo.com

Araştırma ile ilgili bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu çalışmaya hiçbir baskı altında kalmadan kendi bireysel onayım ile katılıyorum. İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Teşekkür ederiz.

Tarih

Ad-Soyad

İmza

EK 2. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Soru 1: Bir parça camın mümkün olan bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız.

Örneğin, bir test tüpü yapılabilir.

1. soru alışılmadık durumlar için yazılmıştır. Torrance'ın Alışılmadık Durumlar Testi'ne (Torrance'dan aktaran Hu ve Adey, 2002) dayanarak bu soru bilimsel amaçla bir nesnenin kullanılmasında akıcılık, esneklik ve özgünlük özelliklerini ölçmek için tasarlanmıştır. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinde bilimsel ürün boyutundaki bilimsel bilgi, özellik boyutunda akıcılık, esneklik ve özgünlük ve süreç boyutundaki düşünme alt boyutlarını içermektedir. Yani 24 hücreden 3'ünü içermektedir.

Soru 2: Eğer uzayda yolculuk etmek için bir uzay gemisine sahip olsanız ve bir gezegene gitseniz, araştırma yapmak için ne gibi bilimsel sorularınız olurdu?

Örneğin, “gezegende hiç yasayan varlık var mı?”

Yeni sorular sorabilmek ve farklı açılardan bakabilmek hayal gücü gerektirir. Fen bilimlerinde ilerlemeler kaydedebilmek için bunlara ihtiyaç vardır. Bu sorunun amacı bilimsel problemlere yönelik hassasiyeti ölçmektir. Akıcılık, esneklik ve özgünlük olarak puanlandırılmıştır. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden problem X akıcılık, esneklik, özgünlük X düşünme ve hayal etme boyutlarını içermektedir. Yani 24 hücreden 6'sını içermektedir.

Soru 3: Normal bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapabilecek mümkün düzeltmeleri düşününüz.

Örneğin, lastiklere parlatici yapılabilir böylece gece görülebilir.

Bilimsel yapı yaratıcılık modeline göre teknik ürün bilimsel yaratıcılığın anahtar içeriğidir. Bu soru öğrencilerin teknik ürün geliştirebilme yeteneğini belirlemek için oluşturulmuştur. Torrance'ın (1962) Teknik Ürün Geliştirme Görevi'nde ürün oyuncak bir köpek veya eşşektir. Bu çalışmada teknik ürün olarak öğrencilerin bildiği ve birçok bilimsel ilkeler içerdiği için bisiklet örneği kullanılmıştır. Akıcılık, esneklik ve özgünlük olarak puanlandırılmıştır. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden teknik ürün X akıcılık, esneklik ve özgünlük X düşünme ve hayal etme boyutlarını içermektedir. 6 hücreden oluşmuştur.

Soru 4: Yerçekiminin olmadığını düşününüz ve dünyanın nasıl bir yer olabileceğini tarif ediniz.

Örneğin, insanlar uçabilirdi.

Bu sorunun amacı öğrencilerin bilimsel hayal etmelerini ölçmektir. Akıcılık, esneklik ve özgünlük olarak puanlandırılmıştır. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden bilimsel olgu X akıcılık, esneklik ve özgünlük X hayal etme boyutlarını içermektedir. 3 hücreden oluşmuştur.

Soru 5: Bir kareyi eşit dört parçaya bölmek için mümkün metotlar kullanınız.

Cevabınızı buraya çiziniz.

Bu soru bilimsel soru çözme ile ilgilidir. Yaratıcı problem çözme becerisini ölçmek amaçlı oluşturulmuştur. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden akıcılık, esneklik ve özgünlük X düşünme ve hayal etme boyutlarını içermektedir. 4 hücreden oluşmuştur.

Soru 6: İki çeşit peçete var. Hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Lütfen mümkün olan metotları kullanabileceğiniz aletleri, prensipleri ve basit prosedür ile birlikte yazınız.

Yaratıcı deneysel beceriyi ölçmek amaçlı oluşturulmuştur. Bu soru ve 7. soru öğrencilerin bilimsel ürün üretmelerini sağlayacak gerçek hayattaki bilimsel yaratıcı aktivitelerle bağlantılıdır. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden akıcılık, esneklik ve özgünlük X düşünme boyutlarını içermektedir. 2 hücreden oluşmuştur.

Soru 7: Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Resmini çiziniz, makinenize isim veriniz ve her bir parçasının fonksiyonunu belirtiniz.

Bu soru yaratıcı bilimsel ürün tasarlama becerisini ölçmek için oluşturulmuştur. Bilimsel yapı yaratıcılık modelinden teknik ürün X esneklik ve özgünlük X düşünme boyutlarını içermektedir. 4 hücreden oluşmuştur.

EK 3. Bilimsel Yaratıcılık Testi Sorularının Puanlanması

Hu ve Adey (2002) 160 ortaöğretim İngiliz öğrencisine uygulamış iç tutarlılığını Cronbach Alfa katsayısını 0,893 olarak bulmuş. Güvenirliğini $\alpha=0,875$ olarak hesaplamış.

Soru 1. Değişik (alışılmadık) Kullanımlar

Bir parça camın mümkün olan bilimsel amaçlı kullanımlarını yazınız.

Örneğin, bir test tüpü yapılabilir.

Puanlama: Her bir cevaba 1 puan (akıcılık)

Her bir değişik uygulama için + 1 puan (esneklik)

%5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için +2 puan (%5-%10 arası için +1

Puan) (özgünlük)

Soru 2. Problemi Keşfetme (Bulma)

Eğer uzayda yolculuk etmek için bir uzay gemisine sahip olsanız ve bir gezegene gitseniz araştırma yapmak için ne takım bilimsel sorularınız oldu?

Örneğin, “gezegende hiç yasayan varlık var mı?”

Puanlama: Soru 1'deki gibi

Soru 3: Ürün Geliştirme

Normal bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapabilecek mümkün düzeltmeleri düşününüz.

Örneğin, lastiklere parlatici yapılabilir böylece gece görülebilir.

Puanlama: Soru 1'deki gibi

Soru 4: Bilimsel İmgelem (Hayal Gücü)

Yerçekiminin olmadığını düşününüz ve dünyanın nasıl bir yer olabileceğini tarif ediniz.

Örneğin, insanlar uçabilirdi.

Puanlama: Soru 1'deki gibi

Soru 5: Problem Çözümü

Bir kareyi eşit dört parçaya bölmek için mümkün metotlar kullanın.

Cevap kağıdına çiziniz.

Puanlama: %5'den daha az kişide rastlanan her bir cevap için 3 puan

%5-%10 arası için 2 puan

%10'dan fazla için 1 puan (akıcılık ve özgünlüğün birleşimi)

Soru 6: Fen Deneyi

İki çeşit peçete var. Nasıl hangisinin daha iyi olduğunu test edersiniz? Lütfen mümkün olan metotları kullanabileceğiniz aletleri, prensipleri ve basit prosedür ile birlikte yazınız.

Puanlama: Verilen her bir metot için en fazla 9 puan – aletler için 3, prensip için 3, prosedür için 3 puan

Bir cevap iki mükemmel metodu öneriyorsa toplam 18 puan

Ek olarak tüm cevapların %5'inden az olan metotlara 4 puan, %5-%10 arasına 2puan.

Burada özgünlüğe çok puan verilir çünkü öğrencilerin 1 ya da 2 metottan fazlasını düşünmeleri güçtür.

Soru 7: Ürün Tasarımı

Lütfen bir elma toplama makinesi dizayn ediniz (tasarlayınız). Bir resim çiziniz, isim veriniz ve her bir parçasının fonksiyonunu belirtiniz.

Puanlama: Makinenin verilen her bir ayrı fonksiyonu için 3'er puan. İlave olarak kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ila 5 arasında bir özgünlük puanı.

EK 4. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği

Değerli Öğretmen Adayı;

“Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Öz-Yeterlik İnancı Ölçeği” fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe yönelik teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) öz-yeterlik inançlarını belirlemek amacı ile hazırlanmıştır. TPAB alan bilgisinin, pedagojik bilginin ve teknoloji bilgisinin entegre edildiği, öğretim sürecinde nasıl kullanılması gerektiği hakkında öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi türüdür. Eğitsel robotiğe yönelik TPAB ise öğretmenlerin fen konularının eğitsel robotik kullanılarak öğretimi sürecinde sahip olması gereken bilgi türüdür. Eğitsel robotik araçlarına örnek olarak Lego Mindstorms (NXT, Ev3), VEX IQ, Parallax, Fischerteknik, Turtle Bot, Makeblock(mBot) ve arduino örnek olarak verilebilir.

Bu veri toplama aracı iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmen adaylarının kişisel bilgilerini belirlemeye yönelik sorular bulunmaktadır. İkinci bölüm ise fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitsel robotiğe yönelik teknolojik pedagojik alan bilgisi (TPAB) öz-yeterlik inançlarını belirlemek amacı ile hazırlanmış maddelerden oluşmaktadır.

Veri toplama aracındaki maddelerden görüşlerinize en uygun seçeneği işaretlemeniz ve tüm bölümlerini eksiksiz doldurmanız beklenmektedir. Her bir ifadeyi okuduktan sonra, ölçekte bulunan her maddenin size en uygun seçeneğinin karşısına (X) işareti koyunuz. Seçenekler 1= Yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum, 4= Orta düzeyde yapabileceğime inanıyorum ve 7= Yapabileceğime kesinlikle inanıyorum ve bu seviyeler arasındaki değerlerden oluşmaktadır. İşaretlediğiniz seçeneklerin doğruluğu veya yanlışlığı söz konusu değildir. Bu araştırmadan elde edilecek veriler kesinlikle gizli tutulacak ve sadece bilimsel çalışmalar için kullanılacaktır.

Araştırmanın geçerli ve güvenilir olması için sorulara vereceğiniz cevaplarda içten olmanız son derece önemlidir. Ölçeği cevaplama süresi yaklaşık 30 dakikadır.

Araştırmanın gerçekleştirilmesi için göstereceğiniz yardımdan dolayı teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Nejla YÜRÜK
nejlayuruk@gazi.edu.tr

Arş.Gör.Hilal YANIŞ
hilalyanis@gazi.edu.tr

I. BÖLÜM KİŞİSEL BİLGİLER

1. **e-posta adresiniz:**
2. **Cinsiyetiniz:**
☐ Kadın ☐ Erkek
3. **Yaşınız:**.....
4. **Mezun olduğunuz okul türü:** ☐ Fen Lisesi ☐ Anadolu Lisesi
☐ Anadolu Öğretmen Lisesi ☐ Genel Lise ☐ Meslek Lisesi
☐ İmam Hatip Lisesi ☐ Diğer (Lütfen Belirtiniz):.....
5. **Akademik Not Ortalamanız:**
6. **Yabancı dil (ingilizce) bilme düzeyiniz:** ☐ Çok iyi ☐ İyi ☐ Orta ☐
Başlangıç
7. **Kendinize ait bir bilgisayarınız var mı ?**
☐ Evet ☐ Hayır
8. **Son bir ayı dikkate aldığınızda bilgisayarı günlük kullanma sıklığınız:**
☐ Günde 1 saatten az ☐ Günde 1-3 saat ☐ Günde 4 saatten fazla
☐ Haftada 1-3 saat ☐ Ayda 1- 3 saat ☐ Diğer (Lütfen Belirtiniz):.....
9. **İnternete genellikle erişim sağladığınız yer:** ☐ Ev ☐ Yurt ☐ Üniversite
☐ İnternet kafe ☐ Diğer (Lütfen Belirtiniz):.....
10. **Bilgisayarı öncelikli kullanım amacınız (Yalnız bir seçenek işaretleyiniz):**
☐ Oyun- eğlence ☐ İletişim ☐ Araştırma-Öğrenme ☐ Alışveriş
☐ Kelime işlemci (word), tablolama (excel), sunu (power point) programı vb.
☐ Diğer (Lütfen Belirtiniz):.....
11. **Şu an ki bilgisayar yeterlik düzeyinizi nasıl değerlendirirsiniz?**
☐ **Yetersiz** (Deneyimim yok, işime yarayan yazılımları veya donanımları bir şekilde yardım olarak kullanabiliyorum... Sadece oyun oynarım, sohbet ederim.)
☐ **Orta** (Kelime işlemci (word), sunu hazırlama (power point), tablolama (excel) gibi programları kullanabilir, arama motorlarını kullanabilirim, nadiren yardıma ihtiyacım olur)
☐ **Yeterli** (Bilgisayarımdaki sorunları, işlerimi yardım almadan hallederim. Program/kod yazabilirim, web tasarımı yapabilirim.)
12. **Lisans döneminizde teknoloji ile ilgili hangi dersleri aldınız?**
.....
.....
.....

13. Daha önce robotik eğitimi aldınız mı?

☐ Evet ☐ Hayır

Cevabınız evet ise;

Bu eğitimi nerede aldınız?

☐ Üniversitemde seçmeli/zorunlu ders Dersin Adı:.....

☐ Özel kurs Kursun Adı:.....

☐ Proje Projenin Adı:.....

☐ Diğer (Lütfen açıklayınız):.....

Bu eğitimin süresi nedir?

..... saat

Bu eğitimde hangi eğitsel robotik aracını kullandınız?

☐ Lego Mindstorms NXT ☐ Lego Mindstorms Ev3 ☐ Makeblock (mBot)

☐ Fischertechnik ☐ Arduino Uno R3 ☐ Diğer (Lütfen Belirtiniz):.....

14. Daha önce kodlama eğitimi aldınız mı?

☐ Evet ☐ Hayır

Bu eğitimi nerede aldınız?

☐ Üniversitemde seçmeli/zorunlu ders Dersin Adı:.....

☐ Özel kurs Kursun Adı:.....

☐ Proje Projenin Adı:.....

☐ Diğer (Lütfen açıklayınız):.....

Bu eğitimin süresi nedir?

..... saat

II. BÖLÜM

15. Aşağıda bulunan her madde için size en uygun seçeneğin karşısına (X) işareti koyunuz.

	Yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum			Orta düzeyde yapabileceğime inanıyorum			Yapabileceğime kesinlikle inanıyorum
1. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğretim sürecini etkileyebilecek öğrenen özelliklerinin farkına varabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
2. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularına yönelik önbilgilerini dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
3. Fen konularının öğretiminde, eğitsel robotik araçlarının çalışma prensipleri ile ilgili öğrencilerin önbilgi ve becerilerini dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
4. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, problem durumu oluştururken, öğretim programındaki farklı sınıf seviyelerine ait kazanımları dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
5. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, etkinlik tasarlarırken, öğretim programının fen mühendislik teknoloji toplum çevre boyutundaki farklı öğrenme alanlarını dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
6. Eğitsel robotik araçlarının entegre edildiği fen dersi öğretim sürecini planlarken, öğretim programının benimsediği temel yaklaşımı dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
7. Fen konularıyla ilgili robotik proje ürünü tasarlama sürecini planlarken, farklı disiplinlerin kazanımlarını dikkate alabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
8. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrenme ortamları oluştururken, öğretim programının temel hedeflerini göz önünde bulundurabilirim.	1	2	3	4	5	6	7

	Yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum			Orta düzeyde yapabileceğime inanıyorum			Yapabileceğime kesinlikle inanıyorum
9. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, etkinlik tasarlarken, öğretim programının duyuş boyutundaki farklı öğrenme alanlarını dikkate alabilirim	1	2	3	4	5	6	7
10. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin, günlük yaşam problemlerine çözüm üretmeleri için; eğitsel robotik araçlarını kullanmalarında onlara rehberlik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
11. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, problem durumuna farklı çözüm yolları üretmelerine rehberlik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
12. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen, mühendislik, teknoloji, toplum ve çevre arasındaki etkileşimi anlamalarını sağlayacak etkinlikler planlayabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
13. Eğitsel robotik araçları kullanılarak üretilen, fen konularıyla ilgili proje ürünlerinin çalışmasını kontrol etmelerinde öğrencileri yönlendirebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
14. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
15. Fen konularının öğretiminde, eğitsel robotik araçlarını kullanırken karşılaştığım problemleri, diğer disiplinlerdeki öğretmenlerle işbirliği yaparak çözebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
16. Fen konularıyla ilgili robotik proje ürünü tasarlama sürecinde, öğrencilerin, prototiplerinde değişiklikler yaparak ürünlerini geliştirmeleri için onlara rehberlik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
17. Fen konularının öğretiminde, robotik proje ürünü tasarlarken kullanılan farklı değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurmaları konusunda öğrencilere rehberlik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
18. Fen konularıyla ilgili robotik proje ürünü tasarlarken öğrencilerin etik ilkeleri takip etmesine rehberlik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7

	Yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum			Orta düzeyde yapabileceğime inanıyorum			Yapabileceğime kesinlikle inanıyorum
19. Fen konularının öğretiminde, eğitsel robotik araçlarının kullanımıyla ilgili etik ilkeleri takip etme konusunda öğrencilere model olabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
20. Fen konularıyla ilgili robotik proje ürünü tasarlama sürecinde, öğrencileri, farklı sensörler kullanmaya teşvik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
21. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, proje ürünlerini sunmak için yapacakları çalışmalarda onlara yol gösterebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
22. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, sınıf içi etkinliklerde sınıf yönetimini sağlayabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
23. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularını farklı disiplinlerdeki bilgilerle ilişkilendirerek öğrenmesini sağlayabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
24. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin hazırladıkları robotik proje ürününün sunum sürecinde, onları akranlarına dönüt verme konusunda teşvik edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
25. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, becerilerini ölçmek için tamamlayıcı(alternatif) ölçme değerlendirme araçlarını kullanabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
26. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, hazırladıkları prototipleri değerlendirerek dönüt verebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
27. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin, eğitsel robotik araçlarını kullanmalarıyla ilgili öğrenme zorluklarını tespit edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
28. Fen konularının eğitsel robotik araçlarının kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, öğrenme eksikliklerini tespit ederek öğretim sürecine yön verebilirim.	1	2	3	4	5	6	7

	Yapabileceğime kesinlikle inanmıyorum			Orta düzeyde yapabileceğime inanıyorum			Yapabileceğime kesinlikle inanıyorum
29. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin eğitsel robotik araçlarının çalışma prensipleriyle ilgili önbilgilerini tespit edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
30. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin, eğitsel robotik araçlarının çalışma prensiplerine yönelik öğrenme düzeylerini tespit etmek için ölçme araçları hazırlayabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
31. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularıyla ilgili kavram yanlışlarını tespit edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7
32. Fen konularının eğitsel robotik araçları kullanılarak öğretiminde, öğrencilerin, fen konularını öğrenme düzeylerini tespit etmek için ölçme araçları hazırlayabilirim.	1	2	3	4	5	6	7
33. Fen konularının öğretiminde, öğrencilerin, eğitsel robotik araçlarının çalışma prensipleriyle ilgili öğrenme zorluklarını tespit edebilirim.	1	2	3	4	5	6	7

EK 5. Bilgisayarca Düşünme Ölçeği

Değerli Öğretmen Adayı,

Aşağıdaki maddeler bilgisayarca düşünme becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Veri toplama aracındaki maddelerden görüşlerinize en uygun seçeneği işaretlemeniz ve tüm bölümlerini eksiksiz doldurmanız beklenmektedir. Her bir ifadeyi okuduktan sonra, ölçekte bulunan her maddenin size en uygun seçeneğinin karşısına (X) işareti koyunuz. Seçenekler 1= Kesinlikle katılmıyorum, 5= Kesinlikle katılıyorum ve bu seviyeler arasındaki değerlerden oluşmaktadır. İşaretlediğiniz seçeneklerin doğruluğu veya yanlışlığı söz konusu değildir. Bu araştırmadan elde edilecek veriler kesinlikle gizli tutulacak ve sadece bilimsel çalışmalar için kullanılacaktır. Araştırmanın geçerli ve güvenilir olması için sorulara vereceğiniz cevaplarda içten olmanız son derece önemlidir. Araştırmanın gerçekleştirilmesi için göstereceğiniz yardımdan dolayı teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Nejla YÜRÜK
nejlayuruk@gazi.edu.tr

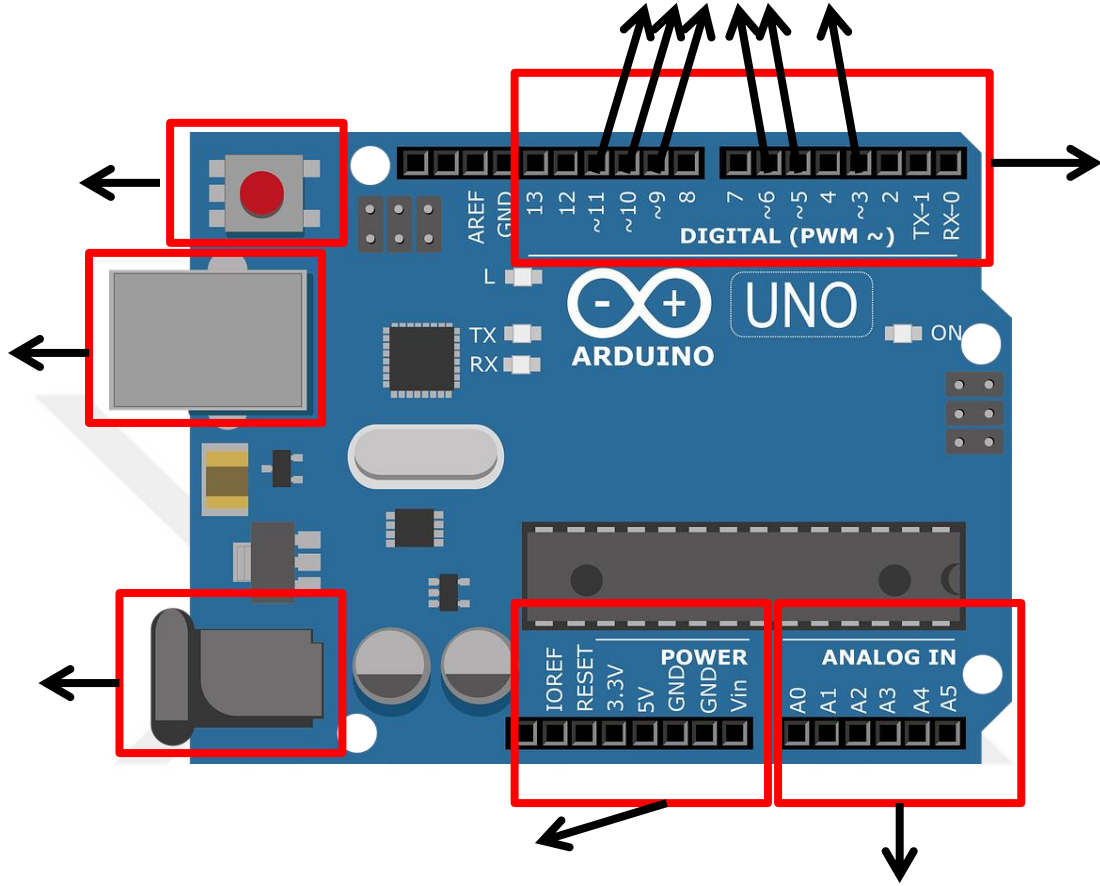
Arş.Gör.Hilal YANIŞ
hilalyanis@gazi.edu.tr

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Matematiksel işlemlere karşı özel ilgimin olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
2. İşbirlikli öğrenmede grup arkadaşlarımla birlikte grup projesi ile ilgili problemleri çözmekten hoşlanırım.	1	2	3	4	5
3. Elimdeki seçenekleri karşılaştırırken ve karar verirken kullandığım sistematik bir yöntem vardır.	1	2	3	4	5
4. Problemin çözümünü zihnimde canlandırma konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
5. Bir sorunumu çözmek üzere plan yaparken o planı yürütebileceğime güvenirim.	1	2	3	4	5
6. Tasarladığım çözüm yollarını sırasıyla aşamalı bir şekilde uygulayamam.	1	2	3	4	5
7. Karmaşık problemleri çözmeye çalışmak eğlencelidir.	1	2	3	4	5
8. Matematiksel sembol ve kavramlar yardımıyla yapılan anlatımları daha kolay öğrendiğimi düşünürüm.	1	2	3	4	5
9. Kararlarının çoğundan emin olan insanları severim.	1	2	3	4	5
10. İşbirlikli öğrenme grup arkadaşlarıma bir şeyler öğretmeye çalışmak beni yoruyor.	1	2	3	4	5
11. Sözel olarak ifade edilen bir matematik problemini sayısallaştırabilirim.	1	2	3	4	5
12. Hayal kurmak, çok önemli projelerimin ortaya çıkmasına neden olur.	1	2	3	4	5

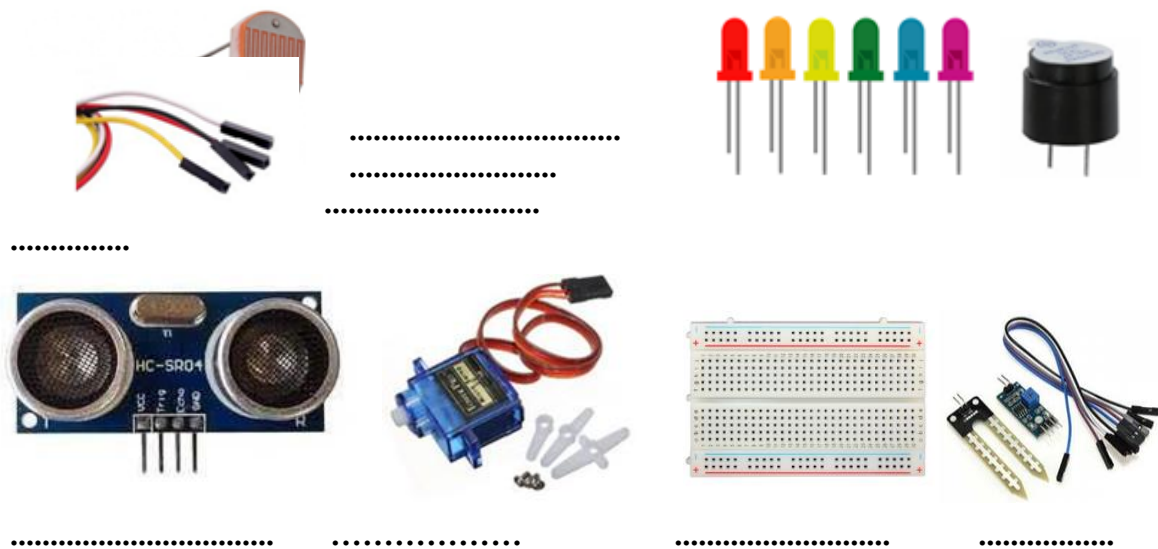
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
13. İşbirlikli öğrenmede daha çok fikir ortaya çıkıyor.	1	2	3	4	5
14. Yeterince zamanım olur ve çaba gösterirsem karşılaştığım sorunların çoğunu çözebileceğime inanıyorum.	1	2	3	4	5
15. Problem çözümünde X, Y gibi değişkenleri nerede ve nasıl kullanmam gerektiği konusunda sıkıntı yaşarım.	1	2	3	4	5
16. Sayılar arasındaki ilişkileri kolaylıkla yakalayabildiğime inanırım.	1	2	3	4	5
17. Zorlayıcı şeyler öğrenmeye istekliyimdir.	1	2	3	4	5
18. Bir sorunla karşılaştığımda, başka konuya geçmeden önce durur ve o sorun üzerinde düşünürüm.	1	2	3	4	5
19. İşbirlikli öğrenmede, grupla çalıştığım için daha başarılı sonuçlar elde ettiğimi/edeceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
20. İşbirlikli öğrenme ortamında kendi düşüncelerimi geliştiremem.	1	2	3	4	5
21. Bir problemin çözümünü verecek denklemi hemen kurabilirim.	1	2	3	4	5
22. Bir soruna yönelik olası çözüm yollarını düşünürken çok fazla seçenek üretemem.	1	2	3	4	5
23. Grup arkadaşlarımla birlikte işbirlikli öğrenme deneyimleri yaşamaktan hoşlanırım.	1	2	3	4	5
24. Büyük bir netlikle düşünebilmekten gurur duyuyorum.	1	2	3	4	5
25. Yeni bir durumla karşılaştığımda ortaya çıkabilecek sorunları çözebileceğime inancım vardır.	1	2	3	4	5
26. Güncel yaşamda karşılaştığım sorunların çözüm yollarını matematiksel olarak ifade edebilirim.	1	2	3	4	5
27. Bir sorunun çözümünde yaklaştığım zaman sezgilerime ve “doğruluk” veya “yanlışlık” hislerime güvenirim.	1	2	3	4	5
28. Karmaşık problemlerin çözümüne yönelik düzenli planlar geliştirmede iyiyimdir.	1	2	3	4	5
29. Gerçekçi ve tarafsız insanları severim.	1	2	3	4	5

EK 6. Arduino Bilgi Testi

1. Aşağıda resmi verilen Arduino kartının parçalarının isimlerini ve işlevlerini okla gösterilen yerlere yazınız.



2. Aşağıda resmi verilen devre elemanlarının isimlerini altına yazınız.



3. Verilen tabloya göre dirençlerin değerini bulunuz. (Direnç okuma renk tablosu en arka sayfadadır)

a)



.....

b)



.....

c)



.....

d)

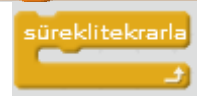
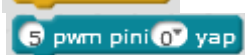


.....

4. Aşağıda resmi verilen arduino menülerinden her bir bloğun hangi amaçla kullanıldığını yazınız.

Blok

Görevi/işlevi

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 
6. 
7. 
8. 
9. 
10. 

5.



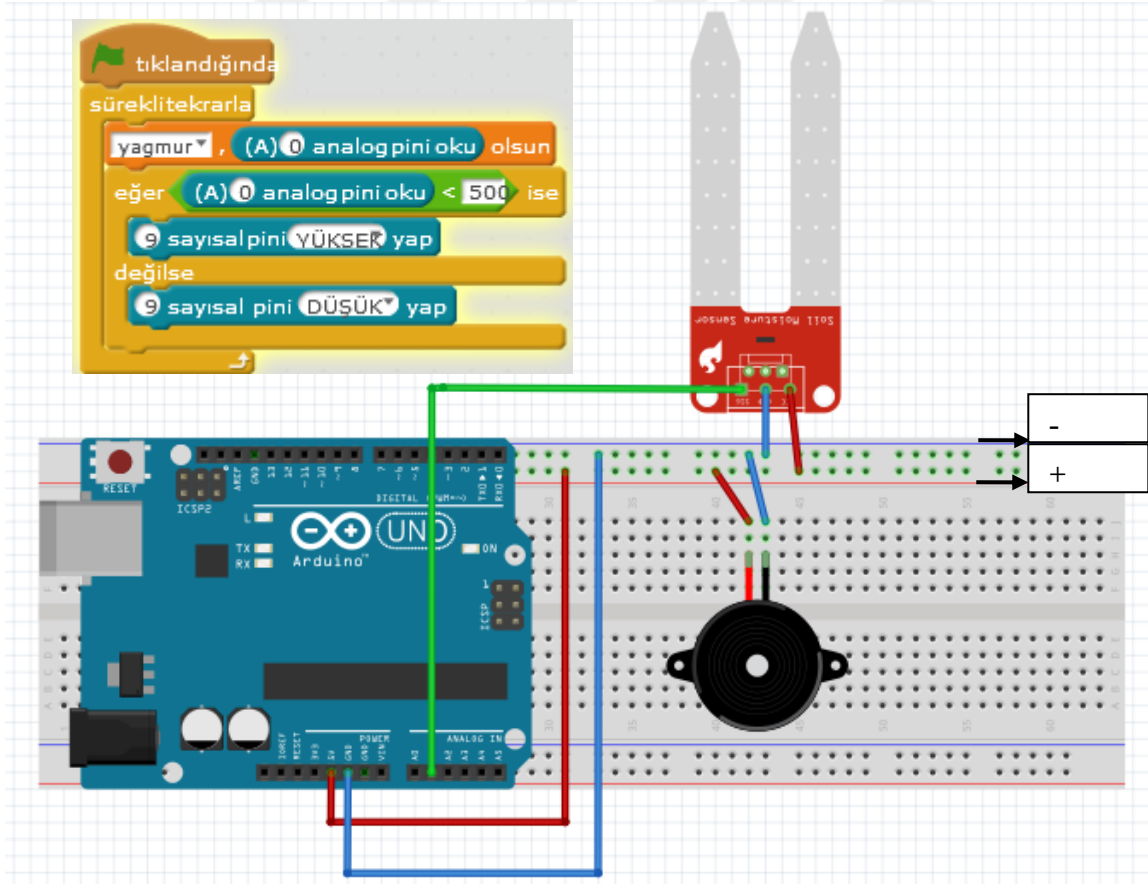
(11 numaralı pinde ne olması gerektiğine siz karar verebilirsiniz.)

Kodlamaya uygun görev tanımı yapınız.

Görev:.....

..

6. Yağmur yağdığında siren çalmasını isteyen Ebru aşağıdaki kodlama ve devre çizimini yapmıştır. Fakat arduinoyu bilgisayara bağladığında devrenin çalışmadığını, devre kurmasında ve kodlamasında hata olduğunu düşünmüştür. Devre çizimini ve kodlamayı kontrol ederek hatanın nerede olduğunu yazınız.



7. Arduino'yu algoritmanızı yazdıktan, devreyi kurup kodlamanızı yazdıktan sonra bilgisayara bağlayıp çalıştırmak için hangi adımları takip etmeliyiz.

8. Projenizde algoritmanızı yazdıktan, devreyi kurup kodlamanızı yazdıktan sonra arduino'yu bilgisayara bağlamadan nasıl çalıştırabilirsiniz?

9. Dijital veri ve analog veri nedir?

10. PWM nedir? (Sinyal Genişlik Modülasyonu)

11. Arduino'yu kullanırken dikkat etmemiz gereken güvenlik önlemleri nelerdir?

12. 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı

F.7.5. Işığın Madde ile Etkileşimi

F.7.5.1. Işığın Soğrulması

F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır.

"Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır." kazanımını işlemek isteyen bir fen bilimleri öğretmeni arduino kullanarak bir etkinlik hazırlıyor. Bu etkinlikteki görevi "ışık şiddetine bağlı olarak karanlıkta beyaz ışık yanmasını sağlamak" olarak tanımlıyor.

Bu görevi yerine getirmek için, algoritma yazınız, devre kurunuz ve kodlama yapınız. Kodlama yaparken hayali rakamlar verebilirsiniz.

Görev: Işık şiddetine bağlı olarak karanlıkta beyaz ışık yanmasını sağlamak.

Algoritma:

Devre Çizimi:

Kodlama:

13. Ebru, akşam üzeri spor salonunun giyinme odasına girdiğinde lambaların kendiliğinden açıldığını fark ediyor. Bu mekanizmanın nasıl olduğunu merak edip üzerinde düşünmeye başlıyor. Sizce bu mekanizma nasıl çalışıyor olabilir? Arduino kullanarak bu duruma yönelik;

Algoritmayı yazınız:

Devre çizimini yapınız.

Kodlamasını yazınız.

14. Ömer toprağın nemine göre su motorunu çalıştırarak toprak kuru olduğunda saksıdaki bitkisinin kendisi evde olmadığı zaman da sulanmasını istemektedir. Arduino kullanarak bu problem durumuna yönelik;

Devre çizimini yapınız:

Direnç Okuma Renk Tablosu			
Renk	Değer	Çarpan	Tolerans (%)
Siyah	0	10^0	20
Kahve	1	10	1
Kırmızı	2	10^2	2
Turuncu	3	10^3	3
Sarı	4	10^4	4
Yeşil	5	10^5	5
Mavi	6	10^6	6
Mor	7	10^7	7
Gri	8	10^8	8
Beyaz	9	10^9	9
Altın		0.1	5
Gümüş		0..01	10
Renksiz			20

EK 7. Grup Görüşme Formu

Merhaba değerli öğretmen adayları,

Sizinle "Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi" ile ilgili yaklaşık bir eğitim öğretim dönemi süresince birtakım uygulamalar gerçekleştirdik. Sizinle bugün grup görüşmesi gerçekleştireceğiz. Grup görüşmesi, bir grup katılımcının düşüncelerini belirlemek için önceden belirlenmiş bir konu hakkında görüşlerini almak için yapılır. Bugünkü grup görüşmemizin amacı gerçekleştirilen uygulamaları görüşleriniz doğrultusunda değerlendirmektir. Sorular hakkındaki düşüncenizi belirttikten sonra, arkadaşlarınızın söyledikleri doğrultusunda eklemek istediğiniz bir şey olursa ekleyebilirsiniz. Görüşme sürecinde söyleyeceklerinizin tümü gizli kalacaktır. Araştırma sonuçlarını raporlaştırırken, isimleriniz asla belirtilmeyecektir. Görüşmeye başlamadan önce, sormak istediğiniz bir şey varsa sorabilirsiniz. Görüşmenin yaklaşık 60 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Görüşmeyi daha sonra da dinleyebilmek üzere kayda almamda bir sakınca var mıdır? Şimdi izninizle sorulara başlamak istiyorum.

Moderatör: Arş. Gör. Hilal YANIŞ
hilalyanis@gazi.edu.tr

1. Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi ile yapılan etkinliklerin hangi konularda size katkısı olduğunu düşünüyorsunuz?
 - a) Mesleki gelişim açısından nasıl katkısı oldu?
 - b) Kişisel gelişim olarak nasıl katkısı oldu?
 - c) Bilgi, beceri ve tutum açısından nasıl katkısı oldu?
2. Arduino'yu (eğitsel robotik) kullanma yetkinliğiniz hakkında neler düşünüyorsunuz?
 - a) Öğretmen olduğunuzda arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi uygulamalarını yapmayı düşünür münüz?
 - b) Neden tercih edersiniz?
 - c) Hangi konularda sıkıntı yaşayabileceğinizi düşünüyorsunuz?
3. Arduino ile ilgili aldığınız eğitimin verimliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
4. Genel olarak, aldığınız arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin güçlü yönleri nelerdir?
 - Zayıf yönleri nelerdir?
5. Arduino uygulamalarına dayalı STEM yaklaşımı ile yapılan etkinliklerde en sevdiğiniz kısım hangisiydi?
6. Fen öğretiminde,
 - a) Arduino uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin kullanımı hakkındaki görüşleriniz nelerdir?
 - b) Arduino uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerinin kullanımı hakkındaki önerileriniz nelerdir?
7. Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi verecek öğretmenlerin sahip olması gereken özellikleri neler olmalıdır?
 - Bilgi, beceri ve tutumları neler olmalıdır?
8. Arduino uygulamalarına dayalı STEM yaklaşımı ile yapılan etkinliklerde zorlandığınız bölümler olduysa bahseder misiniz? (İlk etkinlikler)

- a) Hangi devreleri kurmada zorlandınız? Neden?
- b) Hangi sensörleri bağlamada zorlandınız? Neden?
- c) Hangi kodlamaları yaparken zorlandınız? Neden?
- d) mBlock kullanırken nerelerde zorlandınız? Neden?

9. Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi kapsamında proje ürünü geliştirmede karşılaştıklarınız güçlükler nelerdir?

- a) "Akıllı Sera Tasarımı" projesini geliştirirken karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- b) "Akıllı Şehirler Tasarlayalım" projelerini geliştirirken karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- c) İki etkinlik arasında karşılaştığınız güçlükler bakımından ne gibi farklar var?
- d) "Akıllı Sera Tasarımı" projesinin kodlamasını yaparken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Kodlama yaparken baştan sona yaptığınız tüm işlemleri anlatabilir misiniz? Kodlama yaparken daha önce kullandığınız kodlardan yararlanıyor musunuz? Kodlama yaparken yaptığınız hatayı bulup devrenizi çalıştırabiliyor musunuz? Problemi daha küçük parçalara ayırabiliyor musunuz? Algoritma yazabiliyor musunuz? Çözümü test edebiliyor musunuz?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- e) "Akıllı Şehirler Tasarlayalım" projesinin kodlamasını yaparken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Kodlama yaparken baştan sona yaptığınız tüm işlemleri anlatabilir misiniz? Kodlama yaparken daha önce kullandığınız kodlardan yararlanıyor musunuz? Kodlama yaparken yaptığınız hatayı bulup devrenizi çalıştırabiliyor musunuz? Problemi daha küçük parçalara ayırabiliyor musunuz? Algoritma yazabiliyor musunuz? Çözümü test edebiliyor musunuz?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- f) "Akıllı Sera Tasarımı" projesinin devresini kurarken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- g) "Akıllı Şehirler Tasarlayalım" projesinin devresini kurarken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- h) "Akıllı Sera Tasarımı" projesinin tasarımını yaparken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- i) "Akıllı Şehirler Tasarlayalım" projesinin tasarımını yaparken çektiğiniz güçlükler nelerdir?
 - Bu güçlüklerin üstesinden nasıl geldiniz?
- İki etkinlik arasında karşılaştığınız güçlükler bakımından ne gibi farklar var?

10. Etkili bir arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi dersi hazırlamak için nelere dikkat ettiniz? (Ders planınızdan bahsediniz)

- Planlama boyutunda nelere dikkat ettiniz?

- Uygulama boyutunda nelere dikkat ettiniz?
 - Değerlendirme boyutunda nelere dikkat ettiniz?
 - Nasıl bir öğrenme ortamı düşündünüz?
 - Planlama, uygulama ve değerlendirme boyutunda etik ile ilgili nelere dikkat ettiniz?
11. Arduino uygulamalarına dayalı STEM etkinliklerini öğretim sürecine entegre etmede (ders planı hazırlama sürecinde) karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
- Planlama boyutunda karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Uygulama boyutunda karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Değerlendirme boyutunda karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Öğrenme ortamı hazırlamada karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
 - Planlama, uygulama ve değerlendirme boyutunda etik ile ilgili nelere dikkat etmeniz gerektiği konusunda karşılaştığınız güçlükler nelerdir?
12. Ders planı hazırlama sürecinde, STEM disiplinlerini öğretim sürecine nasıl entegre ettiniz?
13. Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitimi dersinin öğrenciler üzerindeki etkileri neler olabilir?
- Arduino uygulamalarına dayalı STEM eğitiminde yapılan etkinlikler ne tür düşünme becerilerini geliştirmektedir? Açıklayınız.
 - Kendinizi "yaratıcılık becerisi" açısından yeterli buluyor musunuz?
- Yaratıcılık becerisi: Brown (1989) yaratıcı düşünmeyi sayıca çok (akıcı) sorunu veya problemi çeşitli yönlerden ele alan (esnek) ve çoğu kişinin aklına gelmeyen (özgün) fikirler üretme süreci olarak tanımlamaktadır.
- Cevabınız evet ise, kendinizi nasıl yeterli görüyorsunuz?
 - Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.
 - Aldığınız eğitim bu becerinizin gelişimine nasıl katkıda bulundu?
 - Kendinizi "eleştirel düşünme becerisi" açısından yeterli buluyor musunuz?
- Eleştirel düşünme becerisi: Alanyazında eleştirel düşünme “bir problem durumunu bilimsel, kültürel ve sosyal standart ve ölçütlere göre, tutarlık ve geçerlik bakımlarından yargılama ve değerlendirmede işe koşulan tavır, bilgi ve beceri süreçlerinin bütünü” (Kazancı, 1989); “konuyla ilgili ip uçlarının, kanıtların dikkatle değerlendirilmesini temel olarak işleyen ve bu düşünme de etkili olan faktörlerin göz önünde tutulması, geçerli bilişsel süreçlerin kullanılması ile olabildiğince objektif kararlara ulaşmayı amaçlayan bir düşünme biçimi” (Carter’den aktaran Çıkrıkçı, 1993b); “Geçerli genellemeleri ve ifade edilmemiş varsayımları tanıma ile çıkarımlarda bulunma ve neden sonuç ilişkilerini kurabilme becerisi” olarak tanımlanmıştır.
- Cevabınız evet ise, kendinizi nasıl yeterli görüyorsunuz?
 - Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.
 - Aldığınız eğitim bu becerinizin gelişimine nasıl katkıda bulundu?
 - Kendinizi "grup çalışması becerisi" açısından yeterli buluyor musunuz?
 - Cevabınız evet ise, kendinizi nasıl yeterli görüyorsunuz?
 - Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.
 - Aldığınız eğitim bu becerinizin gelişimine nasıl katkıda bulundu?
 - Grup çalışması içinde ürün ortaya koyarken ne gibi sıkıntılar yaşadınız?
 - Grup çalışmasında farklı fikirlerin olması hakkında neler düşünüyorsunuz?

- Grup çalışmasında farklı tasarımların olması hakkında neler düşünüyorsunuz?
- Kendinizi "problem çözme becerisi" açısından yeterli buluyor musunuz?
 - Cevabınız evet ise, kendinizi nasıl yeterli görüyorsunuz?
 - Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.
 - Aldığınız eğitim bu becerinizin gelişimine nasıl katkıda bulundu?
- Kendinizi "algoritmik düşünme becerisi" açısından yeterli buluyor musunuz?

Algoritmik düşünme becerisi: Futschek (2006), algoritmik düşünme becerisinin şu temel becerilere sahip olması gerektiğini ileri sürmektedir: (a) Verilen problemi analiz etme, (b) Bir problemi tam olarak ifade etme, (c) Verilen problem için gerekli olan basit eylemleri belirleyebilme, (d) Belirlenen basit eylemleri kullanarak doğru algoritmayı oluşturma, (e) Probleme ilişkin tüm özel ve olağan durumları düşünme, (f) Bir algoritmanın verimliliğini artırma.

- Cevabınız evet ise, kendinizi nasıl yeterli görüyorsunuz?
- Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.
- Aldığınız eğitim bu becerinizin gelişimine nasıl katkıda bulundu?

14. Sera Tasarımı ve Akıllı Şehir Tasarımı projelerinizde farkettiğiniz eksiklikler nelerdir?
 - Tasarım bakımından eksiklikleri nelerdir?
 - Tasarımlar gerçek hayatla birebir uyuyor mu?
 - Sensör kullanımı bakımından eksiklikleri nelerdir?
 - Sera Tasarımı projesinde farkedip Akıllı Şehir Tasarımı projesinde düzelttikleri unsurlar var mı? Varsa bunlar nelerdir?
15. Diğer grupların yaptıkları proje ürünleri hakkında ne düşünüyorsunuz? (Sera ve akıllı şehir tasarımı projeleri)
 - Yaratıcılık bakımından ne düşünüyorsunuz?
 - Tasarımı bakımından ne düşünüyorsunuz?
 - STEM disiplinlerinin entegrasyonu bakımından ne düşünüyorsunuz?

EK 8. Eğitsel Robotik Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Entegrasyonu Formu

Değerli Öğretmen Adayı,

Aşağıda verilen sorulara görüşünüzü yazmanız ve tüm soruları eksiksiz doldurmanız beklenmektedir. Cevaplarınızı eğitsel robotiği dersine entegre edecek öğretmenleri düşünerek cevaplayınız. Cevaplarınızın doğruluğu veya yanlışlığı söz konusu değildir. Bu araştırmadan elde edilecek veriler kesinlikle gizli tutulacak ve sadece bilimsel çalışmalar için kullanılacaktır. Araştırmanın geçerli ve güvenilir olması için sorulara vereceğiniz cevaplarda içten olmanız son derece önemlidir. Araştırmanın gerçekleştirilmesi için göstereceğiniz yardımdan dolayı teşekkür ederiz.

Doç. Dr. Nejla YÜRÜK
nejlayuruk@gazi.edu.tr

Arş.Gör.Hilal YANIŞ
hilalyanis@gazi.edu.tr

1. Sizce bir fen bilimleri öğretmenin sahip olması gereken yeterlikleri nelerdir?

- Siz bu yeterliklere sahip misiniz? : () Evet () Hayır
- Cevabınız evet ise, kendinizi hangi konuda yeterli görüyorsunuz?
- Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.

2. Bir fen bilimleri öğretmenin teknolojik yeterlikleri ne olmalıdır?

- Siz bu yeterliklere sahip misiniz? () Evet () Hayır
- Cevabınız evet ise, kendinizi hangi konuda yeterli görüyorsunuz?
- Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.

3. Teknolojik pedagojik alan bilgisi nedir? Bir fen bilimleri öğretmenin teknolojik pedagojik alan yeterlikleri ne olmalıdır?

- Siz bu yeterliklere sahip misiniz? () Evet () Hayır
- Cevabınız evet ise, kendinizi hangi konuda yeterli görüyorsunuz?
- Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız.

4. Bir fen bilimleri öğretmeni, fen konularına yönelik Arduino Uno R3 entegre edilmiş bir öğretim sürecini planlarken nelere dikkat etmelidir/neler yapmalıdır?

- Öğrencilerin hangi özelliklerini nasıl dikkate almalıdır?

5. Bir fen bilimleri öğretmeni, Arduino Uno R3 entegre edilmiş fen dersi öğretim sürecinde etkinlik geliştirirken nelere dikkat etmelidir?

6. Bir fen bilimleri öğretmeni, öğretim programının vizyon, amaç, yaklaşım ve boyutlarına uygun, öğretim sürecine Arduino Uno R3'ü entegre etmek için neler yapmalıdır?

- Bu süreci planlarken neler yapmalıdır?
- Bu süreci uygularken neler yapmalıdır?

7. Bir fen bilimleri öğretmeni, Arduino Uno R3 entegre edilmiş fen dersi öğretim sürecinde ölçme ve değerlendirme yaparken nelere dikkat etmelidir?

8. Bir fen bilimleri öğretmeni, Arduino Uno R3 entegre edilmiş fen dersini anlatırken sizce hangi öğretme yöntem ve teknikleri kullanılmalıdır? Neden?

- Böyle bir ortamda sınıf yönetimi ve iletişimi nasıl sağlanır?

9. Arduino Uno R3 entegre edilmiş bir fen dersi öğretim sürecinde, fen bilimleri öğretmenin takip etmesi gereken etik ilkeler nelerdir?

10. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin avantajları/dezavantajları neler olabilir?

11. ER uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin zorlukları neler olabilir?

EK 9. Eğitsel Robotik Proje Ürünü Değerlendirme Rubriği

Sunulan projeyi aşağıdaki kriterlere göre değerlendiriniz.

0 - Tamamlanmamış: Projenin eksiklikleri var. Tasarımı tamamlanmamış, devre kurumu tamamlanmamış, veya kodlaması tamamlanmamış.

1- Geliştirilmeye ihtiyacı var: Proje kısmen tamamlanmış. Proje bazen çalışıyor bazen çalışmıyor. Tasarım olarak geliştirilebilir. Kodlamada veya devre kurmada hata olabilir. Özgün değil.

2- İyi: Proje tamamlanmış, özgün, küçük düzeltmeler gerekli.

3- Mükemmel: Proje tamamen tamamlanmış, her zaman çalışıyor, devre kurumu ve kodlaması tamamlanmış, özgün.

	Tamamlanmamış	Geliştirilmeye ihtiyacı var	İyi	Mükemmel
Tasarım				
Kodlama:				
Devre Çizimi				

		Puan
Ürün Tasarımı	Akıcılık: Her çözüm önerisi, fikir için 1 puan	
	Esneklik: Önerilen her çözümün kategorisi için +1 puan	
	Özgünlük: Sadece 1 grupta rastlanan cevap için 2 puan	
Ürün Geliştirme	Proje ürünün her bir parçasının fonksiyonu için 3'er puan	
	Kapsamlı bir genel izlenime dayalı olarak 1 ile 5 arasında bir puan 1 puan: En az parçası olan ve tipik cevaplar 5 puan: Fazla parçası olan ve orijinal	
Toplam Puan		

Çözüm Önerileri:

Çözüm önerisi kategorileri:

Sadece bu grupta olan çözüm önerisi:

Çözüm önerileri problem durumu kriterlerine uygun mudur? Hangi çözüm önerisi hangi kritere uygundur?

EK 10. Eğitsel Robotik TPAB ve STEM Temelli Ders Planı Değerlendirme Rubriği

TPAB Bileşenleri	ER TPAB ve STEM Temelli Ders Planı Göstergeleri		Geliştirilmesi gerekir 0 Puan	Kabul Edilebilir 1 puan	Hedefe Ulaşılmış 2 puan
A. Öğrenen özelliklerini (önbilgi, duyuşsal özellikler, kavram yanılgısı, öğrenme zorlukları vb.) belirtme veya etkinliklerde dikkate alabilme	1. Öğrencilerin sahip olması gereken önbilgileri belirtme veya etkinliklerde dikkate alma	Arduino ile ilgili önbilgileri belirtme veya etkinliklerde dikkate alma	Arduino'ya ait hiçbir önbilgi belirtilmemiş veya etkinliklerde dikkate alınmamış	Arduino ya ait önbilgiler kısmen belirtilmiş veya etkinliklerde kısmen dikkate alınmamış	Arduino ya ait önbilgiler tamamen belirtilmiş veya etkinliklerde dikkate alınmış
		Fen bilimleri konuları ile ilgili ait önbilgileri belirtme veya etkinliklerde dikkate alma	Fen bilimleri konuları ile ilgili hiçbir önbilgi belirtilmemiş veya etkinliklerde dikkate alınmamış	Fen bilimleri konuları ile ilgili önbilgiler kısmen belirtilmiş veya etkinliklerde kısmen dikkate alınmamış	Fen bilimleri konuları ile ilgili önbilgiler tamamen belirtilmiş veya etkinliklerde dikkate alınmış
	2. Öğrenme zorluklarını belirtme veya etkinliklerde dikkate alma	Arduino ve fen bilimleri konuları ile ilgili öğrenme zorluklarını belirtme veya etkinliklerde dikkate alma	Arduino ve fen bilimleri konuları ile ilgili öğrenme zorlukları belirtilmemiş veya etkinliklerde dikkate alınmamış	Sadece arduino veya sadece fen bilimleri konuları ile ilgili öğrenme zorlukları belirtilmiş veya etkinliklerde dikkate alınmamış	Hem arduinoya hem de fen bilimleri konularına ait öğrenme zorlukları belirtilmiş
B. Öğretim Strateji Yöntem ve Teknik Bilgisini Dikkate Alabilme	1. Takip edilmesi gereken etik ilkeleri dikkate alabilme	Öğrencilerin takip etmesi gereken etik ilkeleri dikkate alabilme	Öğrencilerin takip etmesi gereken etik ilkeler dikkate alınmamış	Öğrencilerin takip etmesi gereken etik ilkeler kısmen dikkate alınmış	Öğrencilerin takip etmesi gereken etik ilkeler tamamen dikkate alınmış
		Öğretmenlerin takip etmesi gereken etik ilkeleri dikkate alabilme	Öğretmenlerin takip etmesi gereken etik ilkeler dikkate alınmamış	Öğretmenlerin takip etmesi gereken etik ilkeler kısmen dikkate alınmış	Öğretmenlerin takip etmesi gereken etik ilkeler tamamen dikkate alınmış
	2. Güvenlik önlemlerini dikkate alabilme		Ne arduino kullanımı ne de genel proje malzemeleri kullanımı ile ilgili güvenlik önlemleri dikkate alınmış	Sadece arduino kullanımı ya da genel proje malzemeleri kullanımı ile ilgili güvenlik önlemleri dikkate alınmış	Hem arduino kullanımı hem de genel proje malzemeleri kullanımı ile ilgili güvenlik önlemleri dikkate alınmış
	3. ER kullanımına uygun öğrenme ortamı hazırlayabilme		Öğrenme ortamı hazırlanırken	Öğrenme ortamı hazırlanırken sadece	Öğrenme ortamı hazırlanırken hem

		kullanılacak teknolojilerin ve malzemelerin bulunmasına ve grupla çalışmaya uygun olmasına dikkat edil <u>m</u> emiş	kullanılacak teknolojilerin veya malzemelerin bulunmasına veya sadece grupla çalışmaya uygun olmasına dikkat edilmiş	kullanılacak teknolojilerin ve malzemelerin bulunmasına hem de grupla çalışmaya uygun olmasına dikkat edilmiş
	4. Derse ilgi çekici giriş yapma	Derse ilgi çekici giriş yapılmamış	Direk problem durumu verilerek giriş yapılmış (problem durumu günlük hayatla ilişkilendirilmemiş)	Ders günlük hayatla ilişkilendirilerek derse ilgi çekici giriş yapılmış
	5. Öğrencilerin grup çalışmalarına aktif katılımını sağlayabilme	Öğrencilerin grup çalışmalarına aktif katılımı için hiçbir şey yapılmamış	Öğrencilerin grup çalışmalarına aktif katılmaları görev paylaşımı yaptırarak sağlanmış	Öğrencilerin grup çalışmalarına aktif katılımı görev paylaşımı yaptırarak ve grupla çalışma kağıdında her bir grup üyesinin etkinlik konusu hakkında fikri alınarak sağlanmış
	6. ER kullanımında karşılaşılabilecek problemleri belirleyebilme ve çözüm üretebilme	Arduino ile ilgili problemler	Olası problemler belirlenmemiş	Olası problemler belirlenmiş ve çözüm sunul <u>m</u> amış
		Kodlama yapma ile ilgili problemler	Olası problemler belirlenmemiş	Olası problemler belirlenmiş ve çözüm sunul <u>m</u> amış
		Devre kurma ile ilgili problemler	Olası problemler belirlenmemiş	Olası problemler belirlenmiş ve çözüm sunul <u>m</u> amış
	7. STEM entegrasyonu yapabilme	Fen bilimleri konuları arduino kullanılarak mühendislik disiplini ile bütünleştirilememiş (disiplinler arasındaki bağlantı kurulamamış)	Fen bilimleri konuları arduino kullanılarak mühendislik disiplini ile kısmen bütünleştirilmiş (disiplinler arasındaki	Fen bilimleri konuları arduino kullanılarak mühendislik disiplini ile bütünleştirilmiş (disiplinler arasındaki bağlantı güçlü bir şekilde kurulmuş)

			bağlantı zayıf bir şekilde kurulmuş))	
	8. Projeye uygun problem durumu oluşturma (Problem durumu kriterleri: Arduino kullanarak enerji ve çevre sorunlarına duyarlı, enerji ve iş gücü tasarrufu sağlayacak ve maliyeti düşük akıllı şehir tasarlamak)	Kriterlere uygun bir problem durumu belirlenmemiş	Bir kritere uygun problem durumu belirlenmiş	Birden çok kritere uygun problem durumu belirlenmiş
	9. Arduino kullanarak proje üretme sürecinde proje tabanlı öğretim yöntemi süreci aşamalarını takip edebilme (Problem durumu ve sınırlamalarının sunumu, grupların oluşturulması ve görev dağılımı yapılması, grupların proje planlarını oluşturması (proje takvimi), probleme ilişkin araştırmanın yapılması, olası çözümlerin üretilmesi, olası çözüme karar verilmesi (en iyi çözümün seçilmesi), kullanılacak materyallerin belirlenmesi, prototipin oluşturulması (devre kurumu, kod yazımı, tasarım), prototipin test edilmesi, dönütlere göre prototipin yeniden düzenlenmesi, ürünlerin paylaşımı (proje sunumunun hazırlanması ve projenin sınıfa sunulması), değerlendirme (öğretmenin ve akranların değerlendirmesi).	Proje tabanlı öğretim yöntemi aşamaları belirtilmemiş	Proje tabanlı öğretim yöntemi süreci aşamaları takip edilmiş fakat nasıl yapılacağı açıklanmamış	Proje tabanlı öğretim yöntemi sürecinin tüm aşamaları takip edilmiş ve nasıl yapılacağı açıklanmış
C. Öğretim programını dikkate alabilme	1. Beceri geliştirme (21. yy)	İçeriğe uygun fen bilimleri öğretim programında bulunan bilimsel süreç becerilerinden, yaşam becerilerinden (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, iletişim ve takım çalışması), mühendislik ve tasarım becerilerinden hiçbirine değinilmemiş	Fen bilimleri öğretim programında bulunan bilimsel süreç becerilerinden, yaşam becerilerinden (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, iletişim ve takım çalışması), mühendislik ve tasarım becerilerinden birkaçına değinilmiş	Fen bilimleri öğretim programında bulunan bilimsel süreç becerilerinden, yaşam becerilerinden (analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, iletişim ve takım çalışması), mühendislik ve tasarım becerilerinden çoğuna değinilmiş Beceriler içeriğe uygun bahsedilmiş

			İçeriğe uygun olmayan beceriler bulunmakta	
	2. Hedef kazanımları belirleme	Hedef kazanım yazma rehberine uygun yazılmamış MEB öğretim programı ile ilişkisi zayıf Sadece merkezdeki branşa ait kazanımları içeriyor	Hedef kazanım yazma rehberine uygun yazılmış. MEB öğretim programı ile ilişkili. Sadece merkezdeki branşa ait kazanımları içeriyor. İçeriğe uygun olmayan kazanımlar bulunmakta	Hedef kazanım yazma rehberine uygun yazılmış MEB öğretim programı ile ilişkili Hem merkezdeki branşa ait hem de en az bir diğer STEM disiplinine ait kazanımlara yer verilmiş İçeriğe uygun kazanımlar bulunmakta
D. Ölçme ve değerlendirme tekniklerini dikkate alabilme	1. Amacına göre ölçme ve değerlendirme tekniği kullanma (tanılayıcı, özetleyici, biçimlendirici)	Değerlendirme sadece bilgiyi ölçme amaçlı planlanmış (soru-cevap ya da quiz-test-sınav kullanılmış)	Bilgiyi ölçme amaçlı değerlendirme yapılmış ve proje ürünü değerlendirilmiş	Birden fazla değerlendirme yöntemi kullanılmış. Öğrencilerin süreç boyunca gelişimlerini ortaya koyabilecek yöntemler kullanılmış Öğrencilerin hem kendi ürünlerini hem de arkadaşlarının ürünlerini değerlendirebilmelerine imkân verilmiş

EK 11. Etkinlik Çalışma Kağıtları

1. ARDUINO UNO R3 İLE LED YAKMAK- YÜRÜYEN IŞIK YAPALIM

- **Görev:** Yürüyen ışık yapmak (3 adet led den önce 1.led sonra 2.led sonra 3.led yanacak)

- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
3	LED
3	220 Ω direnç
1	Breadboard
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

- **Devre Çizimi:**

2. ARDUINO UNO R3 İLE SİREN ÇALALIM

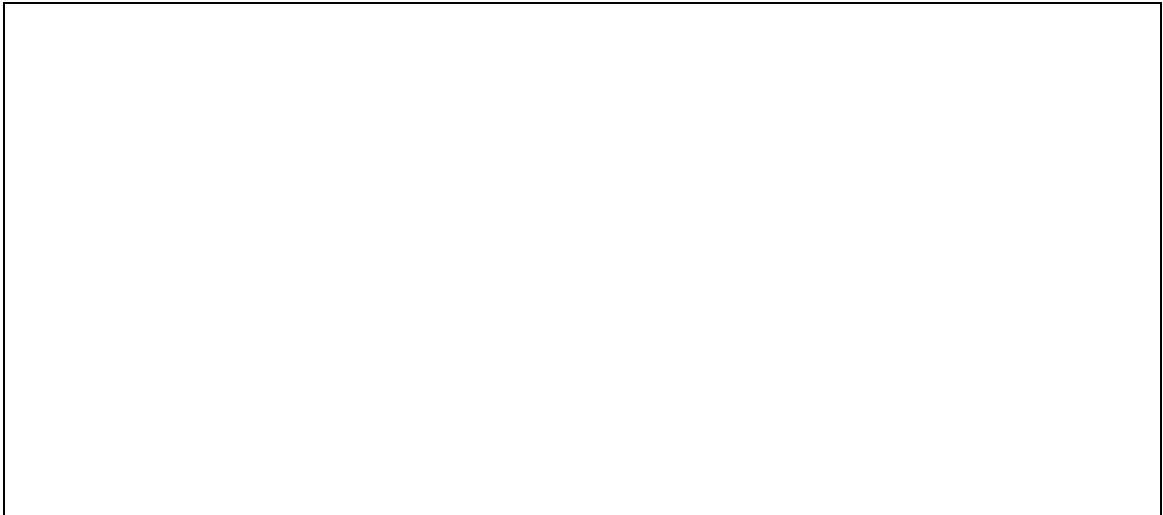
- **Siren (Buzzer):** Çok basit bir hoparlördür. Siren, sinyalin frekansına göre duyabileceğimiz sesler üretir. İnsan kulağı 20Hz ile 20kHz arasındaki sesleri duyabilir (Delebe, 2017).
- **Görev:** Sirenin sürekli 1 sn ses çıkarmasını ve 1 sn susmasını sağlamak
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	Siren (Buzzer)
1	220 Ω direnç
1	Breadboard
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**



- **Devre Çizimi:**



3. ARDUINO UNO R3 ile KARANLIKTA YANAN LED YAPALIM

- LDR (Light Dependent Resistance- Işığa duyarlı direnç): Bir direnç çeşididir. Işık şiddeti ile direnci ters orantılı olarak değişen devre elemanıdır. Yüksek ışık şiddetinde direnci azalır, düşük ışık şiddetinde direnci artar.



- Kalsiyum sülfat ve kadmiyum selenid gibi bazı maddeler üzerilerine düşen ışık ile ters orantılı olarak direnç değişimi gösterdikleri için LDR (foto direnç) yapımında kullanılırlar.
- Analog verinin (0-5V) dijital (0-1023) olarak okunması aşağıdaki gibidir.
Analog veri: 0V 1V.....2.5V.....4V.....5V
Dijital Karşılığı: 0.....205.....512.....820.....1023
- Bütün sensörler özünde 3 pinlidir. LDR'den analog değer okumak için direnç takarak 3 pinli hale getireceğiz.

- **Görev:** Karanlık olduğunda LED'in yanmasını sağlamak
- **Malzemeler:**

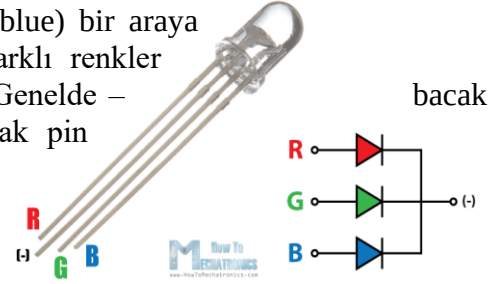
Adet	Malzeme
1	LED
1	10k Ω direnç
1	220 Ω direnç
1	LDR
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

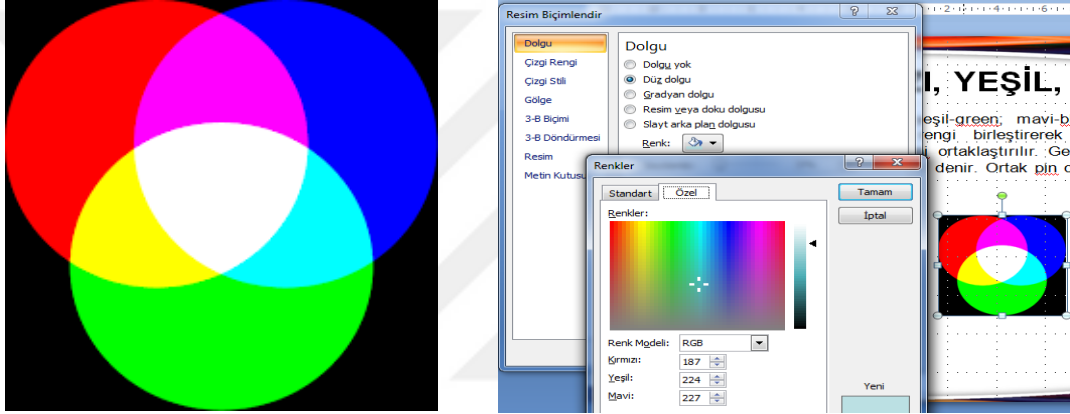
- **Devre Çizimi:**

4. ARDUINO UNO R3 ile IŞIK ALGILAYICI SENSÖR (LDR) ile FARKLI RENKLER YAKALIM

RGB LED üç ledin (kırmızı-red; yeşil-green; mavi-blue) bir araya gelmesinden oluşur. 2 veya 3 rengi birleştirerek farklı renkler oluşturulabilir. 3 ledin – ya da + pini ortaklaştırılır. Genelde – ortaklaştırılır ve bu duruma ortak katot denir. Ortak pin diğerlerine göre uzun olandır.



RGB led power point sunularda resme sağ tıklandığında renk ayarlama olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, 3 ana rengi oluşturan renklerin karışımı ile farklı renkler de oluşturulabilir.



- **Görev:** Belirli ışık şiddetleri aralığında farklı renkli ledlerin yanmasını sağlamak
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	RGB
1	LDR
1	10k Ω direnç
1	220 Ω direnç
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

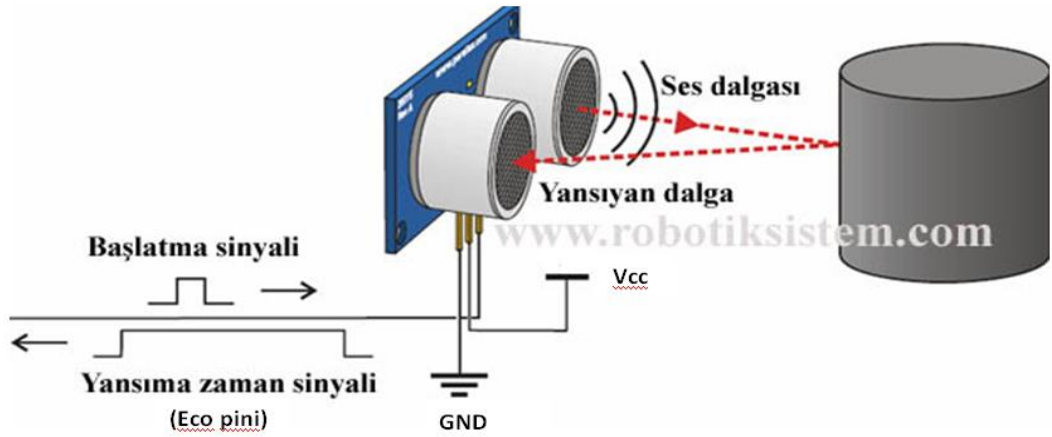
- **Devre Çizimi:**

5. ARDUINO UNO R3 ULTRASONİK MESAFE SENSÖRÜ İLE PARK SENSÖRÜ YAPALIM



Ultrasonik mesafe sensörü yarasaların hareket etme prensibine göre çalışır. Yarasalar belirli bir frekansta ses çıkarır ve bu ses bir engele çarpıp yönünü değiştirmektedir. Ultrasonik sensörler de aynı şekilde çalışmaktadır. Sensör 40 kHz frekansında ses dalgası yayar, ancak insan kulağı 20 kHz'e kadar olan sesleri algılayabilir.

VCC:5V;Trig; Echo; GND



Şekil 1. Ultrasonik Mesafe Sensörünün Çalışma Prensibi

Sesin hızı: 340m/s $V=0,034 \text{ cm}/\mu\text{s}$
Süre=Mesafe/hız

- **Görev:** Belirli bir mesafede sirenin çalmasını sağlamak.
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	Ultrasonik mesafe sensörü
1	Siren (buzzer)
1	220Ω direnç
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

- **Devre Çizimi:**

Çalışma grubu görev dağılımı:

Her grup üyesi her aşamada etkin olmak durumundadır. Grup üyelerinden kim hangi görevi yaptıysa aşağıdaki görevler karşısına ismini yazınız. (Birden fazla kişi aynı görevi yapabilir).

Devre Kurma:

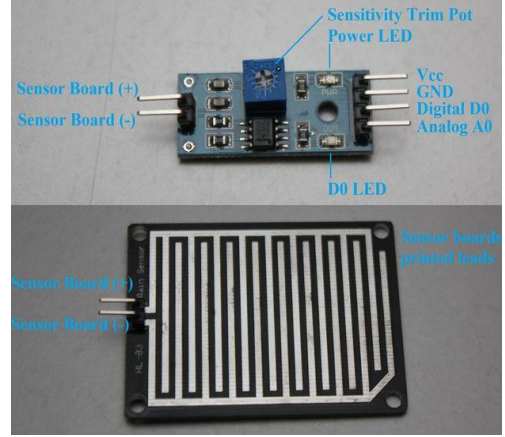
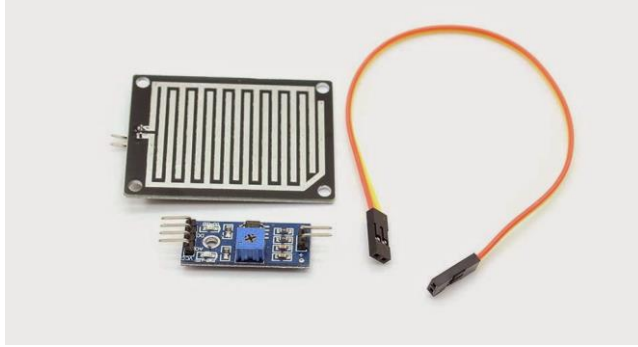
Fritzing Devre Çizimi:

Algoritma yazma:

mBlock kodlama:

Grupla ilgili çalışma kağıdını, videoyu, fotoğrafı ve ses kaydını Edmodo'ya yükleme:

6. ARDUINO UNO R3 YAĞMUR ALARMI YAPALIM



Yağmur sensöründe VCC-GND-DO-A0 pinleri bulunmaktadır. Birbirine paralel olarak çekilmiş iletken hatların su ile teması sonucunda sensörün çıkış pininden bir değer okunmaktadır. VCC ve GND bağlantısı yapılarak, A0 çıkış bacağından okuma yapılabilir. Hem dijital hem analog çıkış vermektedir. Sensör üzerindeki potansiyometre yardımı ile sensör hassasiyeti ayarlanabilmektedir.



Potansiyometre ile hassas ayarlar yapılabilir.

- **Görev:** Yağmur yağdığında sirenin çalmasını sağlamak.
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	Yağmur sensörü
1	Siren (buzzer)
1	220Ω direnç
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

- **Devre Çizimi:**

Çalışma grubu görev dağılımı:

Her grup üyesi her aşamada etkin olmak durumundadır. Grup üyelerinden kim hangi görevi yaptıysa aşağıdaki görevler karşısına ismini yazınız. (Birden fazla kişi aynı görevi yapabilir).

Devre Kurma:

Fritzing Devre Çizimi:

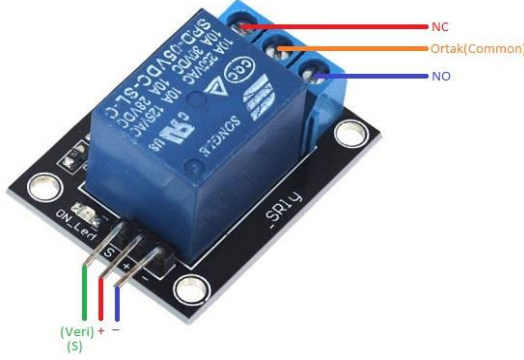
Algoritma yazma:

mBlock kodlama:

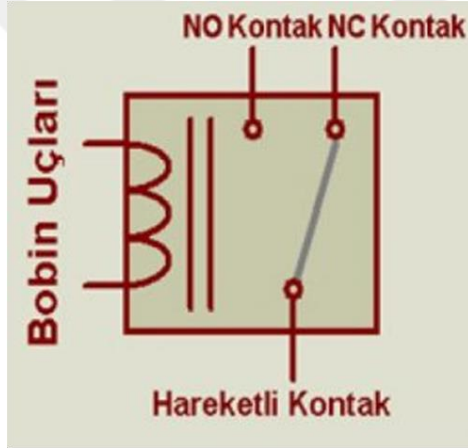
Grupla ilgili çalışma kağıdını, videoyu, fotoğrafı ve ses kaydını Edmodo'ya yükleme:

7. ARDUINO UNO R3 ile HAVA KARARINCA YANAN LAMBA YAPALIM

RÖLE



Bobine gerilim uygulanmadığında “Normalde kapalı” ve “Ortak” kontakları kısa devre durumundadır. Bobin uçlarına 5V gerilim uygulandığında, bobin elektromıknatıs özelliği göstererek manyetik kolu kendine doğru çeker. Bu çeme işlemi sonucu, “Ortak” uç “Normalde kapalı” kontakdan ayrılır ve “Normalde açık” kontak ile kısa devre olur (Delebe, 2017).



GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

- Kablolara dokunmayalım.
- Arduino'nun bağlantısını kesip çalışalım.
- Lambalar çok sıcak olabilir. Dokunurken dikkat edelim.

Görev: Hava karardığında yanan lamba

yapmak

- Malzemeler:

Adet	Malzeme
1	LDR
1	Röle (5V)
1	10kΩ direnç
1	220V duylu lamba ve fiş
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3
1	Elektrik bandı
1'er adet	Pense, makas, tornavida

- Algoritma:

- Devre Çizimi:

Çalışma grubu görev dağılımı:

Her grup üyesi her aşamada etkin olmak durumundadır. Grup üyelerinden kim hangi görevi yaptıysa aşağıdaki görevler karşısına ismini yazınız. (Birden fazla kişi aynı görevi yapabilir).

Devre Kurma:

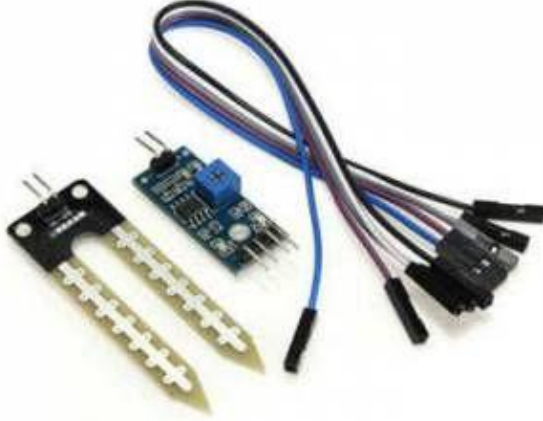
Fritzing Devre Çizimi:

Algoritma yazma:

mBlock kodlama:

Grupla ilgili çalışma kağıdını, videoyu, fotoğrafı ve ses kaydını Edmodo'ya yükleme:

8. ARDUINO UNO R3 ile TOPRAĞIN NEM SEVİYESİNİ ÖLÇELİM



Toprak nem sensöründe VCC-GND-A0 pinleri bulunmaktadır. Yağmur sensörüne benzemektedir. Birbirine paralel olarak çekilmiş iletken hatların su ile teması sonucunda sensörün çıkış pininden bir değer okunmaktadır. VCC ve GND bağlantısı yapılarak, A0 çıkış bacağından okuma yapılabilmektedir. Sensör üzerindeki potansiyometre yardımı ile sensör hassasiyeti ayarlanabilmektedir.

- **Görev:** Toprağın nem seviyesini ölçmek.
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	Toprak nem sensörü
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

- **Devre Çizimi:**

Çalışma grubu görev dağılımı:

Her grup üyesi her aşamada etkin olmak durumundadır. Grup üyelerinden kim hangi görevi yaptıysa aşağıdaki görevler karşısına ismini yazınız. (Birden fazla kişi aynı görevi yapabilir).

Devre Kurma:

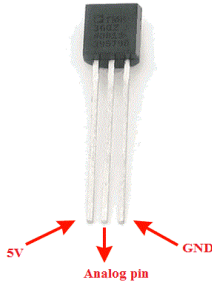
Fritzing Devre Çizimi:

Algoritma yazma:

mBlock kodlama:

Grupla ilgili çalışma kağıdını, videoyu, fotoğrafı ve ses kaydını Edmodo'ya yükleme:

9. ARDUINO UNO R3 ile SICAKLIK GÖSTERGESİ YAPALIM



Sıcaklık sensörünün 3 pini vardır. 1.si 5V, 2.si GND ve ortadaki 3.sü Analog (sinyal okuma) pinleridir. Bu sensör -40 ile 150 C⁰ sıcaklık arasında çalışabilmektedir.



Sıcaklık sensörünün düz olan kısmı kendimize doğru olacak şekilde (bkz breadboard'daki sensör gibi) yerleştirip, en sağdaki pini GND'ye en soldaki pini 5V'a bağlamamız gerekmektedir. Devreyi ters bağlarsak sensörün aşırı ısınıp hem kartımıza hem de kendimize zarar vermesi söz konusudur.

VCC:5V;Trig; Echo; GND

- **Görev:** Belirli sıcaklık değerleri arasında LED'in yanmasını sağlamak.
- **Malzemeler:**

Adet	Malzeme
1	LM35 Sıcaklık sensörü
1	LED
1	220Ω direnç
1	Bağlantı kabloları
1	Arduino Uno R3

- **Algoritma:**

- **Devre Çizimi:**



Çalışma grubu görev dağılımı:

Her grup üyesi her aşamada etkin olmak durumundadır. Grup üyelerinden kim hangi görevi yaptıysa aşağıdaki görevler karşısına ismini yazınız. (Birden fazla kişi aynı görevi yapabilir).

Devre Kurma:

Fritzing Devre Çizimi:

Algoritma yazma:

mBlock kodlama:

Grupla ilgili çalışma kağıdını, videoyu, fotoğrafı ve ses kaydını Edmodo'ya yükleme:

10. AKILLI SERA TASARLAYALIM

Tasarım Göreviniz

Şehrin gürültüsünden ve kirliliğinden bunalıp organik tarımla uğraşmak için arkadaşlarınızla birlikte şehirden uzak bir çiftliğe yerleşiyorsunuz. Geçiminizi sağlamak için sera kurmak istiyorsunuz. Serayı kurmadan önce nasıl tasarlamanız gerektiği hakkında araştırmalar yapıp, maliyeti düşük, verimi artıracak ve iş hayatınızı kolaylaştıracak akıllı bir sera tasarlamaya karar veriyorsunuz. Bu durumda nasıl bir düzenek tasarladınız?

Sınırlamalar:

- Tasarımınızı yapmak için 2 ders saati süreniz bulunmaktadır.
- Araştırmalarınızı güvenilir kaynaklardan yapmanız gerekmektedir.
- Size verilen materyalleri kullanabilirsiniz.
- Bütçenizi, malzemelerinizi olabildiğince tasarruflu kullanınız.

1. Problemin Belirlenmesi:

2. Problemin Kriterleri:

3.

Tasarlayacağınız düzenek ile ilgili hangi bilgileri biliyorsunuz?	Tasarlayacağınız düzenek ile ilgili hangi bilgilere ihtiyacınız olacak?

4. Bu bilgiyi grup arkadaşlarınızdan kimler ve nasıl araştırarak? (Sadece belirlemeniz yeterli, araştırmayı daha sonra yapmalısınız)

5. Proje Takviminizi oluşturunuz.

Zaman	Görevi yapacak kişi veya kişiler	Görev

6. Araştırma sonuçlarını kısaca yazınız. Olası çözümlerinizi nelerdir? (Grupta ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?)

7. Beyin fırtınası yaparak hangi planı uygulayacağınıza karar veriniz. Hangi fikri seçtiniz? Neden? Kısaca planınızı yazınız.
Çözüm önerinizi seçerken problem durumunun kriterlerini göz önünde bulundurunuz.

8. Size temin edilen malzemelerden hangilerini kullanacaksınız? Listeleyiniz.

9. Geliştirdiğiniz prototipinizi çiziniz. iziminizin üzerinde bölümleri gösteriniz ve kısaca görevini yazınız.



10. Algoritmanızı yazınız.



11. Devrenizi çiziniz.



12. Kodlamanızı yazınız.



13. Prototipi test ettikten sonra değerlendiriniz ve dönütlere göre yeniden tasarlayınız.
Ürününüzü nasıl geliştirebilirsiniz?



14. Sonuçları sınıfla paylaşınız. Sunum, poster vb planınızı özetleyiniz. (fotoğraf, video vb. paylaşımı yapabilirsiniz)

15. Kaynaklar(Kullandığınız kaynakları belirtiniz)

11. AKILLI ŞEHİRLER TASARLAYALIM

Tasarım Göreviniz

Zaman ilerledikçe artan nüfusla ve teknolojinin ilerlemesiyle beraber Dünyada ve Türkiye'de enerji tüketimi artmaktadır. Artan enerji talebine yönelik üretim sınırlı kalmaktadır. Enerji gereksinimi karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması yerine daha çok fosil yakıtlar kullanılmaktadır. Bu yüzden de yıllar geçtikçe iklim değişiklikleri meydana gelmekte ve çevre sorunlarıyla karşılaşmaktadır. Bu sorunlara bireysel tüketim, şehir tüketimi ve bölgesel tüketim sebep olmaktadır ve insan sağlığını, doğayı ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir.

Bir Fen Bilimleri öğretmeni olarak enerji ve çevre sorunlarına duyarlı, maliyeti düşük, enerji ve işgücü tasarrufu sağlayacak akıllı bir şehir tasarlamak için proje yapmak istiyorsunuz. Siz ve diğer disiplinlerden arkadaşlarınız (şehir ve bölge plancısı, elektrik elektronik mühendisi, çevre mühendisi, endüstri ürünleri tasarımcısı, mimar) bir araya gelerek nasıl bir proje tasarlarsınız?

Not: Projenize yönelik grupça ders planı hazırlamanız beklenmektedir. Bu yüzden projenizi tasarlarken, fen bilimleri dersi merkez disiplin olmak üzere, STEM disiplinlerini bütünleştirmeniz gerekmektedir. Problem durumuna yönelik çözüm önerileriniz, fen bilimleri öğretim programı kazanımlarını öğrencilerinize kazandırmayı amaçlamalıdır.

1. Problemin Belirlenmesi:

Problemin Kriterleri: Tasarımı gerçekleştirilecek ürünün başarılı olabilmesi için sahip olması gereken nitelikler nelerdir?

Problemin Sınırlılıkları: Ürünün başarılı bir şekilde tasarlanmasının önündeki olası engeller nelerdir?

2.

Tasarlayacağınız düzenek ile ilgili hangi bilgileri biliyorsunuz?	Tasarlayacağınız düzenek ile ilgili hangi bilgilere ihtiyacınız olacak?

3. Bu bilgiyi grup arkadaşlarınızdan kimler ve nasıl araştırarak? (Sadece belirlemeniz yeterli, araştırmayı daha sonra yapmalısınız)

4. Proje Takviminizi oluşturunuz.

Zaman	Görevi yapacak kişi veya kişiler	Görev

5. Araştırma sonuçlarını kısaca yazınız. Olası çözümleriniz nelerdir? (Grupta ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

6. Beyin fırtınası yaparak hangi planı uygulayacağınıza karar veriniz. Hangi fikri seçtiniz? Neden? Kısaca planınızı yazınız.

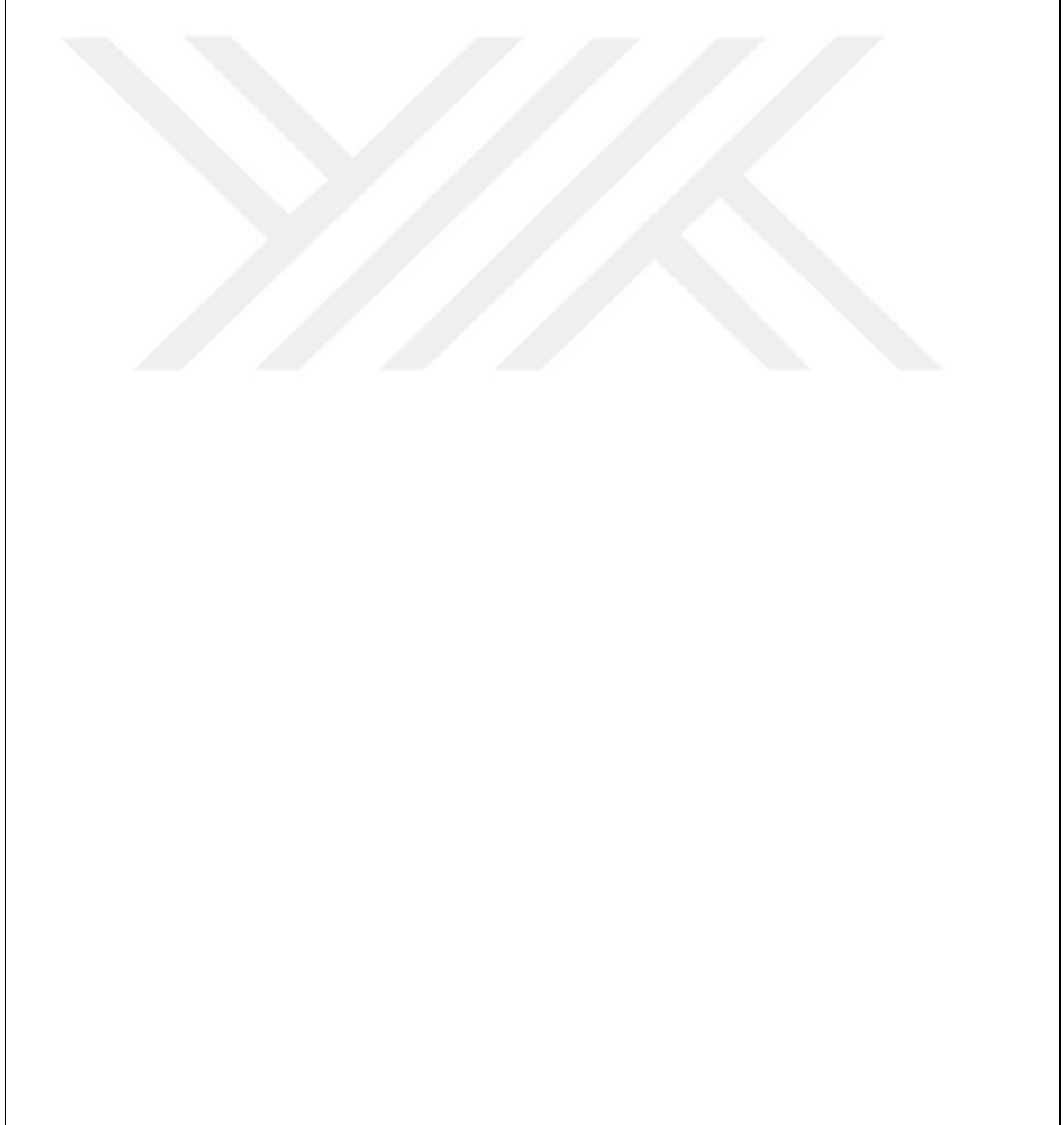
Çözüm önerinizi seçerken problem durumunun kriterlerini ve sınırlılıklarını göz önünde bulundurunuz.

7. Size temin edilen malzemelerden hangilerini kullanacaksınız? Listeleyiniz.

8. Size temin edilen malzemelerin maliyet hesabını yapınız.

Adet	Malzeme Adı	Özelliği	Fiyatı (TL)

9. Geliştirdiğiniz prototipinizi çiziniz. iziminizin üzerinde bölümleri gösteriniz ve kısaca görevini yazınız.



10. Algoritmanızı yazınız.



11. Devrenizi çiziniz.



12. Kodlamanızı yazınız.

13. Prototipi test ettikten sonra değerlendiriniz.
Prototipinizdeki eksiklikler (çalışmayan kısımlar) nelerdir?

14. Bu eksikliklere çözüm önerileriniz nelerdir?

15. Prototipinizdeki çalışan kısımlar nelerdir? Hangi kısımları iyi yaptığınızı düşünüyorsunuz?

16. Prototipinizi dönütlere göre yeniden tasarlayınız. Ürününüzü nasıl geliştirebilirsiniz?

17. Sonuçları sınıfla paylaşınız. Sunum, poster vb planınızı özetleyiniz. (fotoğraf, video vb. paylaşımı yapabilirsiniz)

Kaynaklar (Kullandığınız kaynakları belirtiniz)

EK 12. Gözlem Formu

Gözlemci Adı:	Tarih:			Gözlemci Notları
Başlama zamanı:	Bitiş zamanı:			
Gözlemlenen gruptaki kişi sayısı:				
Öğretmenin örnek ders işlemesi, proje yaptırması (Guided development-Observation)	Evet	Kısmen	Hayır	
1. Dersin amacı açıklandı.				
2. Arduino ve devre elemanları ile ilgili ön bilgiler yoklandı.				
3. Konu ile ilgili ön bilgiler yoklandı.				
4. Öğretmen adaylarının derse girişte ilgisi çekildi.				
5. Öğretmen adaylarından ders süresince beklenenler açıklandı.				
6. Öğretmenin rolü açıklandı.				
7. Güvenlik önlemlerinden bahsedildi.				
8. Kullanabilecekleri malzeme listesi verildi.				
9. Etik kurallara değinildi.				
10.Daha önceki derslerle ilişki kuruldu.				
11.Çalışma kağıtları verildi.				
12.Kullanacakları kolay edinilebilir malzemeler verildi.				
13.Grup çalışması yapıldı.				
14.Proje planı oluşturulması sağlandı.				
15.Gruplar içinde görev dağılımı yapılması sağlandı.				
16.Günlük yaşam problemlerine arduinoyu kullanarak farklı çözüm üretmeleri için rehberlik edildi.				

17.Proje tasarımları için problem durumu uygundu.				
18.Ders süresince gruplara proje ürünlerinin devresini kurmalarında rehberlik edildi.				
19.Ders süresince gruplara proje ürünlerinin kodlamasını yapmada rehberlik edildi.				
20.Ders süresince gruplara proje ürünlerinin çözümüne yönelik algoritma kurmada rehberlik edildi.				
21.Farklı sensörler kullanmaya teşvik edildi.				
22.Prototip oluşturmada rehberlik edildi.				
23.Öğretmen adayları etkinlik süresince motive edildi.				
24.Öğrenme zorlukları olan öğretmen adaylarına daha çok rehberlik edildi.				
25.Çalışma kağıtlarının Edmodo öğrenme ortamına yüklenmesi sağlandı.				
26.Her öğrencinin derse katılımı sağlandı.				
27.Süre etkin kullanıldı.				
28.Problem durumu STEM etkinliği için uygundu.				
Öğrenme Ortamı				
29.Öğrenme ortamı öğretim programının temel hedeflerine uygun.				
30.Her grup için en az 1 tane bilgisayar var.				
31.Her grup için en az 1 tane arduino kiti mevcut.				
32.Her öğretmen adayının kodlama yapabilme imkanı var.				
33.İnternet bağlantısı mevcut.				
34.Projeksiyon ve akıllı tahta mevcut.				

EK 13. Ders Planı Örneği

AKILLI ŞEHİR TASARIMI DERS PLANI

1. HAZIRLIK AŞAMASI

Hazırlayan Grup	Tesla
Sınıf	5
Konu	Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım/ Canlılar ve Hayat
Süre	6 Ders saati
Gerekli Teknolojiler	Edmodo, Arduino, bilgisayar
Teknolojiyi Kullanma Sebebi	Fen bilimleri konularının FeTeMM eğitimine entegre etmek
Öğrenme Ortamı	• Dersin gerçekleştirileceği ortamının özellikleri nelerdir? Bu dersin gerçekleştirileceği ortamda öğrencilerin bütün gereken malzemelerin yakınında olması gerekir. Öğrencilerin rahat edebilecekleri ortam sağlanmalıdır ve birbirleriyle etkileşim kurabilecekleri masa, sıra vb. gibi ortamla sağlanmalıdır. • Öğrenciler bireysel olarak mı grup olarak mı çalışmalı? Nedenini belirtiniz.: Proje ortaya konulurken bireysel olarak da grup olarak da yapılabilir. Fakat grup çalışması ve herkesin işbirliğiyle projenin daha rahat bitmesi ve farklı fikirlerin ortaya çıkabilmesi için bu projenin grup çalışması ile tamamlanması gerekir.
Günlük Yaşam Problemi	• Oluşturduğunuz problem durumu nedir? Enerji ve çevre sorunlarına duyarlı, enerji ve işgücü tasarrufu sağlayacak akıllı bir şehir tasarlamak • Problem durumunu oluştururken dikkat edilmesi gereken hususlar nelerdir? Maliyetin düşük olmasına, kullanılabilir olmasına, çevre dostu olmasına ve proje içerisinde enerji tasarrufu sağlanması
Öğretim Programındaki Yeri	Ünite: Canlılar Dünyasını Gezelim Ve Tanıyalım/ Canlılar Ve Hayat
Hedeflenen Kazanım(lar)	• Merkezdeki disipline ait kazanımlar (Fen Bilimleri): Çevre sorunlarını algılayıp bu sorunla ilgili çözüm üretebilme becerilerini kazandırmak ve öğrencilerde çevre bilinci oluşmasına olanak sağlamak • Diğer FeTeMM disiplinlere ait kazanımlar: Problemi belirleme Beyin fırtınası yaparak olası çözümlere karar verme Prototip geliştirme Prototipi test etme ve değerlendirme

	Teste etme ve değerlendirme dönütlerine göre yeniden tasarlama Sonuçları paylaşma (En sonunda çözümü yayma) Çevre sorunlarında mühendislik problem çözme basamaklarını kullanarak öğrencilere çevre sorunlarıyla ilgili bilinci oluşturma ve çevre sorunlarıyla ilgili proje üretebilme becerilerini kazandırmayı hedefliyoruz.
Öğretim programlarında olmayan fakat bu ders için hedeflenen amaçlar	• Öğretim programlarında olmayan fakat bu ders için hedeflenen amaçlarınız nelerdir? Kazandırmak istediğiniz fakat öğretim programında olmayan bilgi, beceri, tutum ve değerler nelerdir? • Öğretim programında olmayan özgün fikirler üretip, bunu proje haline getirmek ve fen bilimleri dersinde öğrendiklerini mühendislik problem çözme basamaklarını uygulayarak özgün ürün ortaya koyması bizim öğrenciye kazandırmak istediğimiz hedefler arasındadır.
21.yy. Becerileri	• Hangi becerileri kazandırmayı hedefliyorsunuz? Yaratıcılık ve yenilenme Eleştirel düşünme ve problem çözme İletişim ve iş birliği Bilgi okuryazarlığı Girişimcilik ve öz denetim Liderlik ve sorumluluk Üretkenlik Sosyal ve kültürlerarası beceriler
Ön Bilgiler	• Bu ders için gerekli ön bilgiler nelerdir? • <u>Fen Bilimleri dersine ait ön bilgiler:</u> 5.5.2.1. İnsan faaliyetleri sonucunda oluşan çevre sorunlarını araştırır ve bu sorunların çözümüne ilişkin önerilerde bulunur. 5.5.2.2. Yakın çevresindeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin proje tasarlar ve sunar. <u>Arduino ve devre elemanlarına ait ön bilgiler:</u> LDR, su motoru, yağmur ve hareket sensörü kullanılması ve kodlanması • Bu ön bilgileri nasıl teşhis edebilirsiniz? Öğrencilerle beyin fırtınası yaparak konuya ilişkin fikirler ortaya koymak ve hayata geçirmek için neler yapılabileceğini tartışmak
FeTeMM Basamakları (Disiplinleri)	• FeTeMM disiplinlerine ait hangi bilgileri vermeyi hedefliyorsunuz? <u>Fen Bilimleri:</u> çevre sorunları <u>Teknoloji:</u> Arduino, mBlock, Fritzing programlarından teknolojiyi fen bilimlerine entegre etmek <u>Mühendislik:</u> problem çözme becerilerini kullanarak çevre düzenlemesini planlamak ve sorunlara çözüm üretmesini sağlamak

Öğrenme Zorlukları/Kavram yanılgıları	• Öğrencilerin konuya ait öğrenme zorlukları/kavram yanılgıları neler olabilir? Öğrenciye çevre bilinci kazandırmak ve üzerine düşen görevleri yerine getirme becerisi kazanmakta zorluk çekebilir. • Öğrencilerin Arduino ve devre elemanlarına ait öğrenme zorlukları/kavram yanılgıları neler olabilir? Öğrenci hangi sensörü hangi aşamalarda nasıl kullanacağını, Breadboard iletimin hangi yönde nasıl gerçekleştiğini, Öğrenci hangi sensörde kaç ohmluk direnç kullanacağını, Kodlama yaparken zorluk çekebilirler. • Bu zorlukların/kavram yanılgılarının dersi etkilememesi için neler yapabilirsiniz? Öğrencilere günlük hayattan örnek olay yöntemini kullanarak çevre bilincini oluşturmak ve üzerine düşen görevleri yerine getirmelerini sağlayabiliriz. Gösteri yöntemini kullanarak Arduino kitinin içerisinde bulunan devre elemanları ve sensörleri tanıtarak projeye başlanması sağlanmalıdır.
Öğretim Strateji, Yöntem ve Teknikleri	• Kullanacağınız öğretim strateji, yöntem ve teknikler nelerdir? Araştırma- inceleme stratejisi, proje ve deney yoluyla proje tamamlanabilir. • Kullanılacak öğretim strateji, yöntem ve tekniğin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Projenin avantajları: Öğrencinin birden fazla gelişim olanı desteklenecek, grup çalışması olacağı için sosyal etkileşim yüksek olacak, gerçek yaşama ait problemleri ele alacak, üst düzey kazanımlar (analiz, sentez, değerlendirme) ön plana çıkar ve problem çözme becerileri geliştirilecektir. Projenin dezavantajları: Uzun zaman araştırma yapılmalı ve gerçek hayata entegre edilmesi için uzun süreçler gerekir. Maliyeti yüksek olabilir ve kalabalık öğrenci gruplarında uygulanması zor olur. • Eğitsel robotik aracının neden bu strateji, yöntem veya teknikle kullanılması önemlidir? Gelişen teknoloji sonucunda öğrencinin dikkatini toplaması için öğrenci bu kurulan devreler, kodlamalar öğrencilerin ilgilerini çekecek ve konu hakkında öğrencilerde daha kalıcı bilgiler elde edilecektir. Bu konuyu öğretmek için bu eğitsel robotik aracını kullanmak neden önemlidir?

	Teknolojinin gelişmesiyle insan gücünü robotlara bırakması sonucu bu gelişmeye ayak uydurmak için yeni ürünler ortaya konulmasını sağlamaktadır. • Bu konuyu öğretmek için eğitsel robotik aracını bu strateji, yöntem veya teknikle nasıl entegre etmelisiniz? Mühendislik becerilerini ve problem çözme basamaklarını kullanarak fen bilimleri konusuna mühendislik, matematik ve çevre konularını entegre edilmelidir. • Öğrenciler eğitsel robotik aracını kullanırken nelere dikkat etmelisiniz? Onları nasıl yönlendireceksiniz? Öğrencilerin elektrik konusuna hâkim olması ve bilgisayar kullanma becerisine sahip olmalıdır. Develeri kurarken elektrik akımına dikkat etmeli ve bağlantılara dikkat etmeliyiz. Kodlamalarda hangi değişkeni nerelerde kullanılacağı ve Arduino yükleme yapması konusunda sırayı takip etmesi gerekir.
Öğretmenin Rolü	• İnşacılık kuramının temel alındığı Arduino ile desteklenmiş FeTeMM dersinde öğretmenin rolü nedir? Sınıfta öğrencilerin öğrenimini kolaylaştıracak ortamı hazırlar. Kavram yanılgılarını gidermeye çalışır. Öğrencinin aktif olmasını sağlar. Dersi soru-cevap şeklinde ilerletmeye özen gösterir.
Öğrencinin Rolü	• İnşacılık kuramının temel alındığı Arduino ile desteklenmiş FeTeMM dersinde öğrencini rolü nedir? Derse aktif bir şekilde katılmalı. Öğrenci konu hakkında araştırma yapmalı ve özgün tasarımlarda bulunmalıdır. Çevresindeki sorunlara karşı duyarlı olmalı ve bunları analiz etmelidir.
Materyaller	• Ders süresince kullanılacak malzemeler nelerdir? Mukavva Renkli kartonlar Yapıştırıcı Meyve suyu kutuları Makas Maket bıçağı Renkli pipetler Naylon kaplar Dondurma çubukları Çıta Tahta çubuk Renkli eliş kağıtları Silikon tabancası Köpük Bant

	Saklama kabı Tel Keçe Naylon LDR Hareket sensörü Su motoru Yağmur sensörü Kablolar Arduino • Bu malzemelerin seçiminde nelere dikkat etmelisiniz? Maliyetin düşün olmasına Kullanılabilir olmasına Çevre dostu olmasına Enerji tasarrufu olmasına • Öğrencilere çalışma kâğıdı vermeyi düşünüyor musunuz? Bu çalışma kâğıdı neleri içermelidir? (<u>Çalışma kâğıtlarını ders planı sonuna ekleyiniz</u>) Evet verilmelidir. Problemin belirlenmesi, kriterleri, sınırlılıkları hangi bilgiyi ne kadar bildikleri, görev dağılımları, malzemeler, malzemelerin toplam hesabı, yazan bir çalışma kâğıdında bulunmalıdır. Ayrıca çalışma kâğıdında prototipler, algoritma, devre çizimi ve kodlamaları yazacakları bölümler olmalıdır. En son kısmında prototip değerlendirme, eksiklikler ve bu eksiklikleri nasıl tamamlanır önerileri, çalışan kısımlar ve kaynaklar bulunmalıdır.
Güvenlik Önlemleri	• Ders süresince alınması gereken güvenlik önlemleri nelerdir? Kesici aletleri kullanırken dikkat edilmelidir. Devre kurarken elektrik akımına dikkat edilmelidir.
Uyulması Gereken Etik Kurallar	• Öğretmenin uyması gereken etik kurallar nelerdir? Gruplar arası proje hakkında bilgi vermemelidir. Her gruba eşit davranmalıdır. Her gruba eşit fırsat hakkı tanınmalıdır. • Öğrencilerin uyması gereken etik kurallar nelerdir? Öğrenci başkalarının fikirlerini çalmamalıdır. Gruplar arası birbirlerine baskı kurulmamalıdır. • Öğrencilerin etik kurallara uyması için neler yapabilirsiniz? Öğrencilerin birbiriyle etkileşim kurmasına engel olmaliyiz. Gözlem yapılan kişinin izlendiğini bilmesi.

Sınıf Yönetimi	• Sınıf yönetimini nasıl sağlarsınız? İlk olarak öğretmen öğrencilerin dikkatini çeker ve öğrencileri konuya karşı güdüler. Öğrencilere konuyla ilgili bilgilendirme yapar ve grupların etkin çalışması için onları cesaretlendirir. Kısa zamanda verimli projeler elde etmeye çalışır.
Okul İmkanları	• Dersi gerçekleştirebilmek için okul imkanları nasıl olmalıdır? Bu dersi gerçekleştirmek için Arduino kitlerinin ve sensörlerinin bulunması ve okulun donanımlı olması gerekir. Öğrenci bir proje düşündüğünde elinde bütün imkanların bulunması lazım ki ortaya özgün projeler çıksın. • Okul imkanları yetersiz olduğu durumlarda neler yapabilirsiniz? Okulda imkanlar yetersiz ise öğretmen bunları temin etmeye çalışıp her öğrenciye bir Arduino kiti değil de grup şeklinde çalışmasını sağlayabilir. Ayrıca simülasyonlar, gösteriler ve animasyonlarla öğrencilere gösterme imkânı sağlayabilir.
Karşılaşılabilecek Problemler ve Çözümleri	• Ders süresince karşılaşılabilecek problemler nelerdir? a) <u>Arduino kullanımı ile ilgili problemler:</u> Kabloları hangi kısma takacakları konusunda sıkıntı yaşanabilir. Direnç değeri okumakta sıkıntı yaşanabilir. b) <u>Devre çizimi ile ilgili problemler:</u> Uygulamadaki + - yönlerini göremediği için karıştırabilir. c) <u>Kodlama ile ilgili problemler:</u> Değişkenleri yazmakta ve bunların sırasını uygulamakta sıkıntı yaşayabilir. d) <u>Proje tabanlı öğrenme yönteminin ve mühendislik tasarım sürecinin uygulanması ile ilgili problemler:</u> Problem çözme basamaklarını tam anlamıyla uygulamaya koyamayabilirler ya da etik kurallar çevresinde uygulamamak zorunda kalabilirler. • Ders süresince karşılaşılabilecek problemlerin çözümleri nelerdir? a) <u>Arduino kullanımı ile ilgili çözümler:</u> Öğrencilere gösteri yöntemi ile en baştan anlatabilir ve takıldıkları noktalarda öğretmen rehberlik yapabilir. b) <u>Devre çizimi ile ilgili çözümler:</u> Öğrencilere yapılmış bir çizim örneği verilerek ya da her aşamanın ayrı bir kâğıtta gösterildiği çalışma kâğıdı verilerek bu sıkıntı ortadan kaldırılabilir.

	c) <u>Kodlama ile ilgili çözümler:</u> Kodlamanın mantığı öğrencilere öğretilerek takıldıkları noktalarda öğretmen ayrıca yardım etmelidir. d) <u>Proje tabanlı öğrenme yönteminin ve mühendislik tasarım sürecinin uygulanması ile ilgili çözümler:</u> Öğrencilere problem çözme basamaklarını iyi anlamasını sağlamak ve her basamakta ne yapılacağını tek tek açıklamak.
Kaynaklar (Kullandığınız her türlü materyal, kitap, makale, web sitesi vb. kaynakların isimlerini belirtiniz)	2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı Teknoloji Tasarım 6-8 Öğretim Programı

2. UYGULAMA AŞAMASI: DERS İÇERİĞİ ve SÜRECİ:

Öğretmen derse girer. Öğrencilerle selamlaşır. Bugün sizinle farklı bir uygulama yapacağız. Geçen haftadaki süreçte size Arduino elemanlarını ve devre kurmayı öğretmiştim. Şimdi bunları uygulayarak vereceğim problem durumuna yönelik çözüm projeleri üretmenizi istiyorum der. Öğrenciler heyecanlı bir şekilde öğretmenlerini dinleyip öğretmenin problem durumunu söylemelerini bekler. Öğrencilerini daha fazla bekletmeyen öğretmen problem durumunu tahtaya yazar. 'Ahmet Bey bir gün dışarı çıktığında etrafını gözlemlemeye başlar. Bu gözlemler sonucunda çevresinde bir sürü sorun olduğunu fark eder. Ve bu sorunlara bizim bir çözüm getirmemiz gerektiğini düşünür. Bu bağlamda Ahmet Bey'in sorunlarına ilişkin " Akıllı Şehir Tasarlayalım" projesine başlamanızı istiyorum der. Öğretmen daha önceden sınıfı heterojen olarak bölmüştür ve sınıftakilere bu grupları tek tek olur ve yan yana gelmelerini ister. Grup çalışmasıyla ilgili bazı önemli noktalara değindikten sonra grupların çalışmalarını ister. İlk aşamada öğrencilerden grup olarak fikir üretmelerini ve bu fikirlerden gerçek hayata uyarlanacak olanların seçilmesini sağlar. Öğrenciler seçtikleri fikirleri kendisiyle paylaşmalarını ve takıldıkları yerde görüşmelerini bekler. Oluşturulacak projenin belirlenmesiyle öğrenciler öğretmenlerine kullanılacak malzemelerin listesini verir. Ve öğretmen bunları temin eder. Temin edilen malzemeleri alan öğrenciler projelerine öğretmenin verdiği çalışma kâğıdı doğrultusunda başlar. Her grup kendi içinde iş bölümü yaparak projelerine başlarlar. Bir kısmı ilk olarak devre kurarak sensörlerin çalışıp çalışmadığını kontrol ederken bir kısmı da projenin estetik kısmıyla ilgilenir. Öğrenciler sensörleri daha önceden bilgisayarlarına yükledikleri ve öğrendikleri mBlock uygulamasını kullanarak sensörlerin kodlamalarını gerçekleştirir. Bu kodlamaları Arduino kartına yükler. Oluşan prototip üzerindeki eksikliklerini belirleyip

tamamlamaya çalışırlar. Daha sonra grup öğrencilerinden bazıları Fritzing programından kurdukları devreyi çizerler. Öğrenciler sınıfa yapılan projeyi sunar. Sunarken projelerinin adı, amacı, kriterleri, eksiklikleri, zorlandıkları noktalar ve bir daha projeyi gerçekleştirdiklerinde proje üzerinde ne gibi değişiklikler yapacaklarını sunar. Öğretmen öğrencilere hem süreç hem de ürün değerlendirmesi gerçekleştirir. Öğretmen öğrencileri değerlendirirken analitik rubrik kullanır. Diğer gruplar birbirini grup değerlendirme formu ile ve öğrenciler birbirlerini akran değerlendirme formu ile değerlendirir.

Ders süresince:

1) Öğrencilerin ilgisini nasıl çekebilirsiniz ve nasıl motive edebilirsiniz?

Öğrencilerde kalıcı öğrenmeyi sağlamak, problem çözme becerisi kazandırmak, bu probleme uygun olan projeler üretebilmek ve yaratıcı düşünme becerilerine katkı sağlamak için yapılan bu proje öğrenciyi aktif tutarak onların ilgisini çekebiliriz. Öğrenci ne kadar derste aktif olursa o derse o kadar ilgili olmaktadır. Öğrencinin aktif olmasına olanak tanıma, ilgi çekici problem durumları verme, projelerini önemseme, verdikleri olumlu ve olumsuz tepkiler karşısında onları cesaretlendirerek ilgileri derse çekebilir ve motive edebiliriz.

2) Öğrencilerin derse katılımını nasıl sağlarsınız?

Öğretmen derse girdiğinde bu konuyla ilgili dikkatlerini çeker. Daha sonra öğrencileri hedeften haberdar eder. Öğrencileri problem durumuna güdüledikten sonra projelerine başlamalarını sağlar. Öğrenciler gruplarında kendi fikirlerini üretmek için etkin katılım gösterirler. Öğretmen öğrencilerin hevesini kırmamaları, olumlu ve olumsuz durumlardan öğrenciyi cesaretlendirecek şekilde dönütler vermelidir. Öğrencilerin takıldığı kısımlarda öğretmen rehberlik etmelidir çünkü öğrencilerde öğrenme isteği azalabilir.

PROJE TABANLI ÖĞRENME YÖNTEMİNİN VE MÜHENDİSLİK TASARIM SÜRECİNİN BASAMAKLARI

Problem durumu ve sınırlamalarının sunumu, grupların oluşturulması ve görev dağılımı yapılması, grupların proje planlarını oluşturması (proje takvimi), probleme ilişkin araştırmanın yapılması, olası çözümlerin üretilmesi, olası çözüme karar verilmesi (en iyi çözümün seçilmesi), kullanılacak materyallerin belirlenmesi, prototipin oluşturulması (devre kurumu, kod yazımı, tasarım), prototipin test edilmesi, dönütlere göre prototipin yeniden düzenlenmesi, ürünlerin paylaşımı (proje sunumunun hazırlanması ve projenin sınıfa sunulması), değerlendirme (öğretmenin ve akranların değerlendirmesi).

Bu basamakları düşünerek ders akışını planlayabilirsiniz.

3. DEĞERLENDİRME AŞAMASI

- Ders öncesinde, süresince ve sonrasında kullanacağınız değerlendirme türleri [geleneksel (çoktan seçmeli test, kısa cevaplı soru, eşleştirme vb) ve performansa dayalı değerlendirme teknikleri (rubrik, derecelendirme ölçeği, kontrol listesi vb.)] nelerdir?

Ders sürecinde: Analitik Rubrik

Ders Sonrasında: Grup Değerlendirme Formu ve Akran Değerlendirme Formu

- Öğrencilerin anlamasını nasıl değerlendirirsiniz?
Gruplar projelerini gerçekleştirirken gruptaki her öğrencinin eşit şekilde çalışıp çalışmadığını yani öğrencinin geçirdiği süreci değerlendirmek daha sonrasında ise ortaya çıkan ürünün niteliğini ve estetik açısından güzel ve genel anlamda verimli ve kriterlere uyan bir değerlendirme yani ürün değerlendirmesi yapılarak öğrencilerin anlayıp anlamadığı değerlendirilebilir.
 - ✓ Bireysel öğrenmeye yönelik nasıl ölçme ve değerlendirme yaparsınız?
Öğrencilerin süreç içerisindeki çalışmalarına bakarak ve öğrencilerin akran değerlendirme formlarını inceleyerek ölçme ve değerlendirme yapılabilir.
 - ✓ Grupla öğrenmeye yönelik nasıl ölçme ve değerlendirme yaparsınız?
Öğrencilerin süreç içerisindeki çalışmalarını dikkate alarak ortaya çıkan ürünü değerlendirmeye almak ve doldurulan grup değerlendirme formlarını inceleyerek değerlendirme yapılabilir.

- Öğretme sürecinizi nasıl değerlendirirsiniz?

Öğrencilere problem durumunu verdikten sonra grupların ihtiyacı olduğunda eksiklerini tamamlamak ve öğrencilere proje sürecinde ne kadar rehberlik ettiği konusunda değerlendirme yapılabilir.

- Proje ürünlerini ve prototipleri nasıl değerlendirirsiniz? Değerlendirme kriterleriniz nelerdir?

Kriterler:

Maliyetin düşük olmasına,

Kullanılabilir olmasına,

Çevre dostu olmasına,

Enerji tasarrufu olmasına dikkat edilmelidir.

Prototipi değerlendirirken grupların problem durumuna ve kriterlere uyup uymadığını değerlendirme sürecine dahil ederiz.

- Öğrencilerin ön bilgilerini nasıl tespit edersiniz?

Projeye başlamadan önce öğrencilere problem durumuyla ilgili ön test uygulayarak ya da öğrencilerle sınıf içerisinde bu durumla ilgili görüşerek ön bilgilerini test edebiliriz.

4. Planın uygulanmasında öğretmenin dikkat etmesi gereken hususlar nelerdir?

- Öğretmen grup çalışmaları sırasında öğrencileri kontrol etmelidir.
- Problemleri olduğunda çözümü değil de çözüme giden yollar hakkında bilgi vermelidir. Çözüme öğrencilerin kendi ulaşmasını sağlamalıdır.
- Yeterli vakti öğrencilere vermelidir.
- Malzemeleri temin etmelidir.
- Öğrenciyi her zaman güdülemelidir.
- Öğrencilerin yardıma ihtiyacı olduğunda onları geri çevirmemelidir.

5. Gelecek uygulamalar için önerileriniz nelerdir?

Gelişen teknoloji doğrultusunda insan gücünün azalması ve bu durumun öğrencilerin bu yönde gelişmesi için Fen Bilimleri konu içeriğinin mühendislik problem çözme basamaklarına entegre etmek gerekir. Bu yüzden öğrencilerin fikirlerini yaratıcı ve

yenilikçi olması konusunda öğrenciler geliştirilmelidir. Ve bu doğrultuda öğretmen ve öğrencilere eğitimler verilmelidir.

6. KAYNAKÇA

- 2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı
- 2017 Fen Bilimleri Öğretim Programı
- Teknoloji Tasarım 6-8 Öğretim Programı
- www.fenokulu.com.tr
- EBA

DEĞERLENDİRME FORMLARI

	3 PUAN	2 PUAN	1 PUAN
İÇERİK	Akıllı şehir projesinin amacını iyi şekilde kavradı.	Akıllı şehir projesinin amacını kavradı.	Akıllı şehir projesinin amacını kavrayamadı.
	Akıllı şehir projesinde FeTeMM basamaklarını kullanmayı iyi bir şekilde yaptı.	Akıllı şehir projesinde FeTeMM basamaklarını kullanmayı yaptı.	Akıllı şehir projesinde FeTeMM basamaklarını kullanmayı yapamadı.
DEVRE ŞEMASINI ÇİZE BİLME ve KURABİLME	Kodlamayı ve devre kurmayı en iyi şekilde yaptı.	Kodlamada ve devre kurmada eksiklik ve yanlışlıklar var.	Kodlamayı ve devre kurmayı yapamadı.
İŞBİRLİĞİ	Öğrencilerin hepsi sorunun çözümünde eşit sorumluluklar aldı işbirliği içinde çalıştı.	Öğrencilerden bazılarını sorumluluktan kaçtıkları ve istekli olmadıkları görüldü.	Gurup bireylerinin birlikte çalışmadıkları ve isteksiz oldukları görüldü.
ZAMANLAMA	Verilen süreyi en iyi şekilde kullandı.	Verilen süreyi iyi kullandı.	Verilen süreyi kullanamadı.

ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form yaptığınız çalışmada kendinizi değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Aşağıda verilen sorulara, kendinizi yansıtan cevaplar veriniz.

Öğrencinin Adı ve Soyadı: Tarih:

Sınıfı-Numarası:

1. Bu çalışmada neler yaptım?

.....
....
.....
....
.....
....
.....
....

2. Bu çalışmadan neler öğrendim?

.....
....
.....
....
.....
....
.....
....

3. Bu çalışmada başarılı olduğum bölümler neler?

.....
....
.....
....
.....
....
.....
....

4. Bu çalışmada en çok zorlandığım bölümler neler?

.....
....
.....
....
.....
....
.....
....

5. Çalışmamı yaparken beklemediğim nelerle karşılaştım?

.....

....

.....

....

.....

....

.....

....

6. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım nasıl yapardım?

.....

....

.....

....

.....

....

.....

....



AKRAN DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form kendinizi ve arkadaşlarınızı değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Grup içindeki çalışmalarınızı göz önüne alarak aşağıdaki her bir ölçütün ne düzeyde yeterli olduğunu “X” işareti koyarak belirtiniz.

ÖLÇÜTLER	Performans Düzeyi											
	Her Zaman (4)			Sıklıkla (3)			Nadiren (2)			Hiçbir zaman (1)		
	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım	Ben	1. Arkadaşım	2. Arkadaşım
Etkinliğe katılımda gönüllüdür.												
Görevini zamanında yerine getirir.												
Farklı kaynaklardan bilgi toplar.												
Topladığı bilgileri paylaşır.												
Grup arkadaşlarının görüşlerine saygılıdır.												
Arkadaşlarını uyarırken olumlu bir dil kullanır.												
Malzemeleri kullanırken dikkatlidir.												
Malzemeleri kullanırken titizdir.												
Malzemeleri kullanırken israf etmez.												
Düzenli çalışır.												
Arkadaşlarının fikirlerine saygı duyar.												
Birlikte çalışmayı sever.												
Grup arkadaşlarıyla uyumludur.												
Kendi fikirlerini açıkça ifade eder.												
Sonuçları tartışırken konuşulanları anlar.												
Sonuçları tartışırken anlaşılır konuşur.												

GRUP DEĞERLENDİRME FORMU

Akran Grup Değerlendirme Formu

Aşağıdaki her bir ölçütün ne düzeyde yeterli olduğunu göz önüne alarak grubunuzu (sınıfınızdaki diğer grupları) değerlendiriniz.

Grubun Adı:

Sınıfı:

ÖLÇÜTLER	Performans				
	1- Hiçbir zaman	2- Nadiren	3-Bazen	4- Sıklıkla	5- Her zaman
Grup üyeleri birbirleriyle yardımlaşır.					
Grup üyeleri birbirlerinin düşüncelerini dinler.					
Grup üyelerinin her biri çalışmalarda rol alır.					
Grup üyeleri birbirlerinin düşüncelerine ve çabalarına saygı					
Grubun her üyesi birbirleriyle etkileşim içerisinde tartışır.					
Grup üyeleri ulaştıkları sonucu birbirlerine iletir.					
Grup üyeleri bireysel sorumluluklarını yerine getirir.					
Grup üyeleri bilgilerini diğerleriyle tartışır.					
Grup üyeleri birbirlerine güvenir.					
Grup üyeleri birbirlerini cesaretlendirir.					
Grup üyeleri söz hakkının adil bir biçimde paylaşılmasına özen					
Grupta birbiriyle çatışan görüşler olduğunda, gruptakiler bunları					
Çalıştıkları konuda, grup üyeleri ortak bir görüş oluşturur.					
Grup üyeleri birlikte çalışmaktan hoşlanır.					
TOPLAM					

Grup Öz Değerlendirme Formu

Aşağıdaki tabloda grubunuzu en iyi şekilde ifade eden performans düzeyi altına “X” işareti koyunuz.

Grubun Adı:

Gruptaki Öğrencilerin Adları:

DEĞERLENDİRİLECEK TUTUMLAR VE DAVRANIŞLAR	Performans Düzeyi		
	Her Zaman (3)	Bazen (2)	Hiçbir Zaman (1)
1. Araştırma planı yaptık.			
2. Görev dağılımı yaptık.			
3. Araştırmada çeşitli kaynaklardan			
4. Etkinlikleri birlikte hazırladık.			
5. Görüşlerimizi rahatlıkla söyledik.			
6. Grupta uyum içinde çalıştık.			
7. Birbirimizin görüşlerini ve önerilerini			
8. Grupta birbirimize güvenerek çalıştık.			
9. Grupta birbirimizi takdir ettik.			
10. Çalışmalarımız sırasında birbirimizi			
11. Sorumluluklarımızı tam anlamıyla yerine			
12. Çalışmalarımızı etkin bir biçimde sunduk.			
TOPLAM			

Aşağıdaki soruları grubunuza göre cevaplayınız.

1. Çalışmalar sırasında karşılaştığınız en büyük problem neydi?

.....
..... Bu problem nereden kaynaklanıyordu?

.....
..... Grubunuzun en iyi olduğu alan neydi?

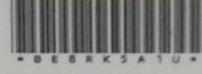
.....

2. Grup olarak neyi/neleri daha iyi yapabildiniz? Size engel olan neden/nedenler neydi?

.....
.....

EK 14. Etik Kurul İzni

Gazi Ü. Evrak Tarih ve Sayısı: 22/12/2017-E.182408



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu



Sayı : 77082166-302.08.01-
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 12/09/2017 tarihli ve 80287700-302.08.01- 125708 sayılı yazı.

İlgi yazınız ile göndermiş olduğunuz, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı **Doktora Öğrencisi Hilal YANIŞ'ın, Doç.Dr.Nejla YÜRÜK'ün** danışmanlığında yürüttüğü **"Robotik Uygulamalarına Dayalı FeTeMM Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının TPAB Öz Yeterliklerine ve Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisi"** adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun **14.11.2017** tarih ve **09** sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oy birliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Alper CEYLAN
Komisyon Başkanı

Araştırma Kod No: 2017-437

Ek:1 Liste

Ankara
Tel:0 (312) 202 20 57 - 0 (312) 2... Faks:0 (312) 202 38 76
İnternet Adresi :<http://etikkomisyon.gazi.edu.tr/>

Bilgi için :Ayfer Çekmez
Genel Evrak Sorumlusu
Telefon No:202 18 07

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.



GABİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...