

**T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**TASARIM TEMELLİ ÖĞRENME UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ANLAYIŞLARINI GELİŞTİRMEYE
ETKİSİ**

Hicran ARSLANHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN

TEMMUZ -2019

KARS



T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

TASARIM TEMELLİ ÖĞRENME UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ANLAYIŞLARINI GELİŞTİRMEYE
ETKİSİ

Hicran ARSLANHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN




Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN

TEMMUZ-2019

KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı** Yüksek Lisans Öğrencisi **Hicran ARSLANHAN**'ın **Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN**'in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "**Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Anlayışlarını Geliştirmeye Etkisi**" adlı bu çalışma yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisans Üstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek **oy birliği** ile **kabul** edilmiştir.

01/07/2019.

	Adı ve Soyadı	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Muzaffer ALKAN	
Üye	: Doç. Dr. Alptürk AKÇÖLTEKİN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN	

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20.. gün ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fikret AKDENİZ

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


Hicran ARSLANHAN

01/07/2019

ÖZET

(Yüksek Lisans Tezi)

TASARIM TEMELLİ ÖĞRENME UYGULAMALARININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ STEM ANLAYIŞLARINI GELİŞTİRMEYE ETKİSİ

Hicran ARSLANHAN

T.C. Kafkas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN

Bu araştırmanın amacı, tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye etkisini incelemektir. Araştırmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırma modeli esas alınmıştır ve araştırma tek grup ön test-son test ve izleme testi deneysel araştırma deseninden oluşmaktadır. Çalışmanın örneklemini 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Kafkas Üniversitesi Dede Korkut Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı 3. sınıfta öğrenim gören 36 öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışma 5 haftası deneysel uygulama olan toplam 10 haftalık bir periyotta sürdürülmüştür. Çalışmanın deneysel uygulamasında fen bilgisi öğretmen adayları beş hafta boyunca fen bilgisi öğretmenliği lisans programı özel öğretim yöntemleri-1 dersinin uygulama saatlerinde gruplar halinde tasarım temelli öğrenme yaklaşımını kullanarak kendilerine verilen tasarım problemlerinin çözümü üzerinde çalışmışlardır. Çalışmanın verileri “STEM Yetkinlik Ölçeği”, “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” ve “Yapılandırılmamış Görüşme Formu” ile toplanmıştır. Araştırmanın nicel verileri ön test, son test ve izleme testi olarak tekrarlı ölçümler yoluyla, nitel veriler ise sadece deneysel çalışma sonrasında elde edilmiştir. Araştırmanın nicel verileri ilişkili örneklemler için tek faktörlü ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir. Nitel veriler ise içerik analizi yoluyla çözümlenmiştir. Araştırmanın nicel verilerinden elde edilen bulgular tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM yetkinliklerini ve STEM alanları bilgi düzeylerinin geliştirmede önemli bir

etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca nitel verilerden elde edilen bulgular tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını, STEM kariyeri beklentilerini, beceri gelişimini ve öğrenci öğrenmesinde nasıl kullanılır gibi temaları olumlu bir şekilde etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: STEM, Tasarım Temelli Öğrenme, Fen Bilgisi Öğretmen Adayları
2019, 139 Sayfa



ABSTRACT

(M. Sc. Thesis)

THE EFFECTS OF DESIGN-BASED LEARNING APPLICATIONS ON STEM PERCEPTIONS DEVELOPMENT OF PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS

Hicran ARSLANHAN

Kafkas University
Graduate School of Sciences
The Department of Mathematics and Science Education

Advisor: Assist. Prof. Dr. Tufan İNALTEKİN

The aim of this study is to examine the effects of design-based learning applications on development of pre-service science teachers' STEM perceptions. The study is based on a mixed method research model, in which quantitative and qualitative methodologies used together. One group pretest-posttest-following test research design was used. Participants were 36 pre-service science teachers who enrolled to the Dede Korkut Faculty of Education at Kafkas University. The study totally lasted for ten weeks, in which experimental applications were done for five weeks. In the experimentation process, the pre-service science teachers studied about the design problems as a group by using design-based learning approach in the course of 'Teaching Science Methods-1' for five weeks. Data was gathered by 'STEM Competence Scale', 'Assessment Form of STEM Domain Knowledge', and 'Unstructured Interview Form'. Whereas the quantitative data was gathered through pretest, posttest and retention test, the qualitative data was gathered just after the experimentation process. One-way ANOVA for Repeated Measures was used to analyze the quantitative data and content analysis approach was used to analyze the qualitative data. The findings based on the quantitative data showed that design-based learning activities significantly enhanced pre-service science teachers' STEM competencies, and domain knowledge related with STEM disciplines. Furthermore, the results obtained from the qualitative data revealed that design-based learning activities affected the pre-service science teachers' STEM

perceptions, expectations of STEM career, skill development and how to use a student's learning.

Key Words: STEM, Design-based Learning, Preservice Science Teachers

2019, 139 Pages



ÖN SÖZ

Yüksek lisans tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesi aşamasında bilgisiyle beni yönlendiren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Tufan İNALTEKİN'e, desteklerinden ötürü, teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek lisans ders dönemi ve tez çalışmam boyunca her konuda yardım eden ve hep yanımda olan ve yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Feyzi Sinan TOKALI hocama,

Sadece tez sürecinde değil, hayatımın her aşamasında desteklerini hep hissettiğim en kıymetlilerim canım ailem; annem Feride DAĞLI'a, abim Cafer ARSLANHAN'a, ablam Nihan AKBULUT'a ve kıymetli eşleri Arzu ARSLANHAN'a, Ender Barış AKBULUT'a ve mutluluk kaynaklarım biricik yeğenlerim İdil, Azra, Güneş ve Miray'a, desteklerinden ötürü sonsuz saygı ve sevgilerimi sunuyorum.

01/07/2019

Hicran ARSLANHAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖN SÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
SEMBOLLER VE KISALTMALAR	xv
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Problem Durumu	3
1.1.2. Araştırmanın Amacı	5
1.1.3. Araştırmanın Önemi	5
1.1.4. Araştırmanın Varsayımlar	6
1.1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	6
1.1.6. Tanımlar	7
1.2. Kuramsal Çerçeve.....	7
1.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Eğitimi	7
1.2.2. STEM Eğitimi	10
1.2.3. Tasarım Temelli Öğrenme	18
1.2.4. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) ve STEM	20
1.2.5. STEM Odaklı Tasarım Uygulamaları	23
1.2.6. Yurt İçi ve Yurt Dışı İlgili Araştırmalar	30
2. MATERYAL VE YÖNTEM	34
2.1 Araştırmanın Modeli	34
2.2. Araştırmanın Örnekleme.....	36
2.3. Uygulama Süreci.....	39
2. 4. Verilerin Toplanması	42
2. 5. Veri Analizi	45
3. BULGULAR	48
3.1. STEM Yetkinlik Ölçeğine Ait Ön Test- Sontest-İzleme Testi Nicel Analiz Bulguları.....	48

3.2. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formuna Ait Öntest, Sontest ve İzleme Testi Nicel Analiz Bulguları	53
3.3.STEM Anlayışı Görüşme Formundan Elde Edilen Nitel Analiz Bulguları	62
4. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	73
4.1. STEM Yetkinliği Ölçeği'nden Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması	73
4.2. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması.....	74
4.3. STEM Görüşme Formundan Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması...	75
ÖNERİLER.....	78
KAYNAKÇA.....	79
EKLER.....	102
ÖZGEÇMİŞ	124

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. STEM'e Yönelik Yapılan Yurtiçi Araştırmalar	31
Tablo 1.2. STEM'e Yönelik Yapılan Yurtdışı Araştırmalar	32
Tablo 2.1. Çalışmanın Tek Grup Öntest-Sontest Deneysel Tasarım Modeli	36
Tablo 2.2. Örneklemi oluşturan fen bilimleri öğretmen adaylarının bilgileri	37
Tablo 2.3. Tasarım temelli öğrenme aktiviteleri ve öğrenme amaçları	41
Tablo 2.4. Tasarım Temelli Öğrenme Gruplarının Problem Çözme Aşamaları.....	41
Tablo 3.1. STEM Yetkinlik Ölçeği Puanlarının Normal Dağılım Durumlarına İlişkin Bulgular.....	48
Tablo 3.2. STEM Yetkinlik Ölçeği Fen Bilimleri Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	49
Tablo 3.3. STEM Yetkinlik Ölçeği Matematik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	50
Tablo 3.4. STEM Yetkinlik Ölçeği Mühendislik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	51
Tablo 3.5. STEM Yetkinlik Ölçeği Teknoloji Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	52
Tablo 3.6. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Puanlarının Normal Dağılım Durumlarına İlişkin Bulgular	53
Tablo 3.7. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Fen Bilimleri Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	54
Tablo 3.8. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Matematik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	56
Tablo 3.9. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Mühendislik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	58
Tablo 3.10. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Teknoloji Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları.....	60
Tablo 3.11. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarından Sonra STEM Anlayışlarındaki Değişime İlişkin Bulgular	62
Tablo 3.12. Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hangi Tür Becerilerinin Gelişimine Katkı Sağladığına İlişkin Bulgular ...	64

Tablo 3.13. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası STEM Kariyeri Anlayışlarındaki Değişime İlişkin Bulgular	66
Tablo 3.14. STEM Alanlarının Öğrenci Öğrenmesinde Nasıl Kullanılması gerektiği konusunda Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Düşüncelerindeki Değişime İlişkin Bulgular	68
Tablo 3.15. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Anlayışlarını geliştirmek için Verilmesi Gereken Fırsatlar Nasıl Olmalıdır	71



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. STEM’i öğrenme için kavramsal çerçeve modeli.....	17
Şekil 1.2. Mühendislik Tasarım Süreci Modeli (English, King ve Smeed, 2017).	19
Şekil 1.3. Oyuncak mekanizması örneği (Fan ve Yu, 2017)	26
Şekil 1.4. STEM kavramsal bilgi modellemesi (Fan ve Yu, 2017).....	27
Şekil 1.5. Mühendislik tasarımı yoluyla STEM anlayışını geliştirme modeli	28
Şekil 2.1. Araştırmanın karma yöntem açımlayıcı sıralı desen tasarım modeli.....	35
Şekil 2.2. Tasarım temelli heterojen öğrenme gruplarının dağılımı.....	38
Şekil 2.3. Uygulama ve veri toplama süreçlerine ilişkin takvim	45
Şekil 3.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Fen Bilimleri Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri	55
Şekil 3.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Matematik Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri ..	57
Şekil 3.3. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Mühendislik Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri	59
Şekil 3.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Teknoloji Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri	61
Şekil 3.5. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama sonrasında STEM anlayışlarındaki değişime ilişkin örnek alıntılar.....	64
Şekil 3.6. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının hangi tür becerilerinin gelişimine katkı sağladığına ilişkin düşüncelerinden örnek alıntılar	66
Şekil 3.7. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM kariyeri anlayışlarında yaptığı değişime ilişkin düşüncelerinden örnek alıntılar	68
Şekil 3.8. STEM alanlarının öğrenci öğrenmesinde nasıl kullanılması gerektiği konusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama sonrası düşüncelerindeki değişime ilişkin örnek alıntılar	70
Şekil 3.9. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlar nasıl olması gerektiğine ilişkin örnek alıntılar	72

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

STEM (FeTeMM)	:	Science (Fen Bilimleri), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)
PDÖ	:	Probleme Dayalı Öğreme
MEB	:	Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	:	National Research Council
N	:	Denek sayısı
p	:	Anlamlılık Düzeyi
X	:	Aritmetik Ortalama
S.S	:	Standart Sapma
vd	:	ve diğerleri
F	:	F değeri
f	:	Frekans
%	:	Yüzde

1. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, araştırmanın gerekçesine ilişkin kısa bir giriş, problem, amaç, önem, sınırlılıklar, varsayımlar ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Giriş

Küresel ekonomi ve teknolojik manzara hızla değişmektedir. Bunun sonucu olarakta, oldukça eğitilmiş ve vasıflı iş gücüne duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır (Carter, 2015). Dahası yeni iş gücünün, gelecekte üst düzey yeterlilikler ve farklı talepleri içereceği anlaşılmaktadır (Wagner, 2008). Bu değişim içerisinde özellikle, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegrasyonunu yapabilen çalışanlara daha fazla ihtiyaç duyulacağı açıktır (Milfort, 2012).

Günümüz dünyasında ülkelerin teknolojik ve bilimsel üstünlüğü, 21. yy. ın küresel gelişmelerini takip etmelerine bağlıdır (Gülhan ve Şahin, 2016). Bu gelişmeler esasında 21. yy. için gerekli olan nitelikli iş gücü ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Nitelikli iş gücü, günlük hayatta karşılaştığı problemi tanımlayan ve çözebilen, sorgulayan, analitik düşünebilen, inovasyon yeteneği olan bir popülasyonu temsil etmektedir (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014).

Dünyada Amerika ve Çin'in başını çektiği teknolojik rekabet yeni eğitim reformlarının gereksinimini ortaya çıkarmıştır (Akgündüz vd., 2015). Son yıllarda eğitim sistemlerine ilişkin reform hareketleri içerisinde en dikkat çekici olan ise fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının entegrasyonu yoluyla disiplinlerarası öğrenmedir (National Research Council [NRC], 2012, 2014; Next Generations Science Standards [NGSS], 2013). Günümüzde STEM olarak tanımlanan bu eğitim türü, Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) disiplinleri kullanılarak bilginin nasıl öğrenileceğine dair bir eğitim programını tanımlamaktadır.

Gelişmiş ülkelerin başlattığı eğitim reformları sonucu ortaya çıkan STEM eğitimi anlayışı, Türkiye'de de gün geçtikçe etkili olmaya başlamıştır (Gencer, 2017). Dünyada farklı isimlerle yorumlanan ve yeni disiplinlerin eklendiği STEM Türkiye'de Fen

bilimleri, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimi olarak adlandırılmıştır (Çorlu vd., 2012).

Dünya da ve Türkiye’de FeTeMM Eğitimi, okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm kademeleri kapsayan disiplinler arası bir yaklaşımla öğrenmenin hedeflendiği ve birçok beceriyi aynı anda öğretmeyi amaçlayan gelecek yüzyılın eğitim modeli olarak görülmektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Dolayısıyla günümüzde STEM eğitimi ülkelerin küresel anlamda rekabet, bilimsel ve teknolojik ilerleme, yaşam standartlarının iyileştirilmesi açısından elzem görülmekte ve gelecekte mesleklerinde STEM tabanlı olacağı artık bir gerçektir (Langdon, McKittrick, Beede, Khan ve Doms, 2011). Özellikle dünyanın farklı yerlerinde STEM becerisi isteyen iş gücü istihdam talebinin karşılanamaması iş dünyasının eğitimde STEM becerilerini dikkate almasını ve desteklemesini sağlamıştır. Bunun en tipik örneklerinden birisi ABD’de üst düzey yöneticilerin oluşturduğu bir grubun, STEM programlarının geliştirilmesi ve her çocuğun STEM okur-yazarı yetiştirilmesi amacıyla yönelik ortaya koydukları “Denklemleri Değiştir” programıdır (Aydagül ve Terzioğlu, 2014).

Günümüzde STEM tabanlı programlar okul öncesi eğitimden başlayıp yükseköğretime kadar tüm eğitim kademelerine yayılmıştır. Bununla birlikte tüm eğitim kademelerinde STEM tabanlı öğrenme vizyonunu nitelikli bir şekilde gerçekleştirebilmek için doğru yapılmış bir alt yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapı STEM eğitimi alanında etkili programları ve bunu uygulayabilecek nitelikte öğretmenlerin yetiştirilmesini kapsamaktadır (TÜSİAD, 2017). 2013 yılından itibaren ülkemizde STEM konusu gündeme gelmeye başlamış ve öğretmenlere STEM konusunda hizmet içi eğitimler verilmesi ve üniversitelerde STEM merkezleri kurulması yoluyla ilk adımları atılmıştır (Uyanık Balat ve Günşen, 2017). Bunun yanı sıra birçok üniversitede STEM çalışmaları başlamış ve yürütülmüştür. Bunlardan en dikkat çekenlerden birisi İstanbul Aydın Üniversitesi’nin fen öğretmenlere yönelik STEM sertifika programlarıdır. Diğer bir çalışma ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nin (ODTÜ) kendi bünyesinde kurduğu BiLTeMM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik Matematik) merkezi yoluyla öğretmenlere ve öğrencilere STEM eğitimleri, öğretmen atölyelerini kapsamaktadır. Hacettepe Üniversitesi “STEM ve Uygulama Laboratuvarı” yenilikçi eğitim projeleri ile öğretmen eğitimi için gelişmiş uygulama projeleri yürütmektedirler. Yine Bahçeşehir Üniversitesi STEM merkezinde (BAUSTEM) ilkokuldan yükseköğretime STEM eğitimi programları

yoluyla desteklenmektedir (Aşık vd., 2017). Ayrıca Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) 2017 programı ve güncellenen 2018 programında mühendislik ve tasarım becerilerini vurgulayan disiplinler arası bir öğretim yaklaşımına dikkat çekilmiştir. Dahası 2018 güncellenen program ile 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıfta STEM tüm ünitelerde olabilecek şekilde müfredata girmiştir (MEB, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, 2018). Ayrıca MEB (2016) öğretmenlerin STEM eğitim yaklaşımını benimseyecek şekilde yetiştirilmesini bir eylem planı olarak benimsemiştir. Bu çabalarla birlikte bugün Türkiye'de nitelikli bir STEM eğitimi düzeyini yakalamak için çok daha uzun bir yolumuzun olduğu açıktır. Özellikle STEM eğitimi anlayışını kavramış nitelikli eğitimcilere olan ihtiyacın karşılanması oldukça önemlidir. Dolayısıyla üniversiteler, MEB ve özel şirketlerin bu STEM öğretmenlerinin gelişimini destekleyecek yeni ve daha fazla eğitim programı düzenlemeleri gerekmektedir.

1.1.1. Problem Durumu

21. yy. da başlayan toplumsal değişimler ve ihtiyaçlar ülkelerin eğitim sistemlerinin yeniden düzenlenmesini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda yetişecek bireylere uygun programların ve eğitim sistemlerinin geliştirilmesi çabası her geçen gün daha fazla kendini hissettirmektedir. Küresel ekonominin ve iş gücünün tetiklediği yeni eğitim anlayışı olan STEM bireylerin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinleri bağlamında bir öğrenme anlayışını biçimlendirmelerini gerektirmektedir. Bu anlayış aynı zamanda 21.yy.ın iş gücü taleplerinin karşılanması anlamında gelmektedir. Dolayısıyla ulusların STEM disiplinlerine dayalı eğitim politikaları geliştirmeleri kaçınılmazdır. Dünyada STEM uygulamaları günlük yaşamı içerisine alan problemleri fen, matematik ve teknolojiyi kullanarak bir mühendislik tasarımı yoluyla çözme anlayışını öne çıkardığı görülmektedir (Chalmers, Carter, Cooper ve Nason, 2017; de Freitas, Lupinacci ve Pais, 2017; English, 2017; NGSS Lead States, 2013). Bununla birlikte ülkemizde STEM'e dayalı uygulanan programların özellikle ortaokul düzeyinde robotik çalışmalar yoluyla büyük oranda sürdürüldüğü anlaşılmaktadır. Ülkemizde dünyada ki tasarım temelli STEM eğitimi anlayışının kavranamamasının en temel faktörü bu anlayışı uygulayabilecek yeterlilikte fen bilimleri öğretmenlerinin olmayışıdır. STEM disiplinler arası bir entegrasyon eğitimine vurgu yapmaktadır. Bu yaklaşım, yeni nesil öğrencilere, eleştirel düşünme, iş birliği ve yaratıcılık gibi tek bir

disiplinle kazandırılması zor becerileri aşılarak onların gerçek dünya problemlerini çözmelerine yardım edebilmektedir (Burrows ve Slater, 2015). STEM'in ortaokul sınıflarına dahil edilmesine destek sağlayabilmenin yollarından biri öğretmenler için sistematik ve kaliteli mesleki gelişim uygulamalarıdır (Roehring vd., 2012).

STEM'e ilişkin mesleki gelişim uygulamaları, öğretmenlerin dört disiplin içinde daha derinlemesine disiplinler bilgi anlayışı edinmelerine ve STEM eğitimi ile ilgili inanışlarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır (Ejjiwale, 2013; Moore vd., 2014; Roehrig vd., 2012; Stohlmann vd., 2012; Wang vd., 2011). Bununla birlikte, çoğu öğretmen sadece bir disiplinde eğitim almaktadır (Honey vd., 2014). Buna karşın tüm düzeylerdeki okullar ve sınıflarda artık STEM konuları için ayrı bölümler ve ders süreleri vardır. Dolayısıyla öğretmenler için bütünlük STEM'i uygulama konusunda kaçınılmaz bir durum vardır. Özellikle lisans dönemi öğretmen yetiştirme programları incelendiğinde STEM disiplinlerini tasarımsal bir düşünce etrafında kullanabilmeyi sağlayacak bir mesleki hazırlık sürecinin yer almadığı görülmektedir. Dahası öğretimde tasarımsal bilgiyi kullanma konusunda fen bilimleri öğretmenlerinin oldukça zayıf kaldıkları anlaşılmaktadır (Guzey vd., 2014). Dolayısıyla fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki eğitimlerinin en başında yani lisans eğitimlerinde tasarımsal düşünceye dayalı öğrenme uygulamaları içerisinde STEM anlayışını etkili bir şekilde yapılandıracakları öğretmen yetiştirme modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dahası lisans dönemi mesleki hazırlık programlarında fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarımsal düşünce etrafında STEM anlayışını geliştirecekleri öğretim programlarıyla desteklenmeleri gerekmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın problem cümlesi, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmede lisans dersleriyle bütünleştirilmiş bir tasarım temelli öğrenme programının etkisi nedir? Bu araştırmaya rehberlik eden alt problemler ise şunlardır:

1. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM yetkinliği algılarını geliştirmeye etkisi nedir?
2. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM alanları bilgi düzeylerini geliştirmeye etkisi nedir?
3. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM öğrenme ve öğretme anlayışlarını geliştirmeye etkisi nedir?

1.1.2. Araştırmanın Amacı

Lisans döneminde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimine odaklanan çeşitli mesleki hazırlık fırsatlarına rağmen, öğretmen adayları için lisans derslerine entegre edilmiş bütünlük bir STEM uygulamasının olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle araştırmamız, fen bilimleri öğretmen adayları için mühendislik tasarım deneyimlerini merkezine alan bütünlük bir STEM eğitimine odaklanmıştır. Bu kapsamda araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarına lisans dersleriyle bütünlükleştirilmiş tasarım temelli öğrenme uygulamalarının etkisini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda şu hedefler ortaya konulmuştur:

1. Lisans dersleriyle bütünlükleştirilmiş tasarım temelli uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM alanları bilgi düzeylerini geliştirip geliştirmediğini kararlaştırmak,
2. Lisans dersleriyle bütünlükleştirilmiş tasarım temelli uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM yetkinliği algısını geliştirip geliştirmediğini kararlaştırmak,
3. Lisans dersleriyle bütünlükleştirilmiş tasarım temelli uygulamaların fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM öğrenme ve öğretme anlayışlarını geliştirip geliştirmediğini kararlaştırmak,

1.1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmede öğretmen hazırlık programıyla bütünlükleştirilmiş tasarım temelli bir öğrenme uygulamasının etkileri sunulmaktadır. Bu kapsamda çalışmanın önemini ortaya koyan birkaç temel nokta yer almaktadır. Bunlar:

- ✓ Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM içeriğini mühendislik tasarım deneyimleri yoluyla nasıl kavramsallaştırdıklarına ilişkin örnek bir uygulama modeli olması,
- ✓ Fen bilimleri öğretmen adayları için fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının etkili biçimde bütünlükleştirilmesine fırsat tanıyan örnek bir STEM mesleki hazırlık çerçevesini sunması,

- ✓ Öğretmen adaylarının STEM'i anlamaları için zengin bağlamlar kurmasına, takım çalışması ve iletişim becerisini geliştirmelerini destekleyen pedagojik bir yapılanmaya yön vermesi,
- ✓ Tasarım temelli öğrenme pedagojisiyle fen bilimleri öğretmen adaylarının araştırma, sorgulama, yaratıcılık ve takım çalışması gibi öğrenme becerilerinin gelişimine katkı sağlaması,
- ✓ Bu çalışma fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları yoluyla STEM anlayışlarının nasıl yapılandırılacağını gösteren örnek bir uygulama modeli olması,
- ✓ Ülkemizde fen bilimleri öğretmen adayları üzerine STEM alanında yapılan çalışmaların büyük oranda onların STEM tutumlarını ve STEM'e ilişkin düşüncelerinin tespit edilmesini içermektedir. Bununla birlikte özellikle öğretmen adaylarının STEM anlayışını geliştirmede lisans dersleriyle bütünleştirilmiş bir mesleki hazırlık modelinin olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda bu çalışma diğer fen bilimleri öğretmen hazırlık programları içinde örnek teşkil etmesi,
- ✓ Çalışmanın modeli ve sonuçları, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye ilişkin yeni araştırmalar ve yaklaşımların belirlenmesi için diğer araştırmacılara fikir vermesi bakımından oldukça önemlidir.

1.1.4. Araştırmanın Varsayımlar

1. Çalışmaya katılan fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulanan veri toplama araçlarına samimi ve gerçek cevaplar verdikleri varsayılmıştır.
2. Çalışmaya katılan öğrencilerin tasarım temelli öğrenme hazırbulunuşluk düzeylerinin benzer seviyede olduğu varsayılmıştır.
3. Kontrol edilemeyen değişkenlerin tüm katılımcılara aynı şekilde etki ettiği,
4. Çalışmadan elde edilen puanların gerçek gelişim düzeylerini yansıttığı varsayılmıştır.

1.1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. 2016- 2017 akademik yılı bahar yarıyılı ile sınırlıdır.

2. Kars Kafkas Üniversitesi Dede Korkut Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Öğretmenliği programı 3. sınıftaki öğrenim gören 36 aday öğretmen ile sınırlıdır.
3. Tasarım temelli öğrenme uygulamaları ile sınırlıdır.
4. Uygulama 10 hafta ve 2'şer ders saati ile sınırlıdır.
5. Fen bilgisi öğretmenliği lisans programında yer alan özel öğretim yöntemleri-1 dersi ile sınırlıdır.

1.1.6. Tanımlar

STEM: gerçek hayatın içinden problemlere ilişkin çözüm yollarının araştırıldığı, sorgulandığı ve bunu fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik kullanılarak disiplinlerarası bir tümleşik öğrenmenin sağlandığı süreçtir.

Tasarım Temelli Öğrenme: Yapılandırılmamış problemleri çözmek üzere fenbilimleri, matematik, mühendislik ve teknolojik bilgi kaynaklarını en iyi şekilde kullanarak bir prototipin modellenmesi, test edilmesi ve optimizasyonunu içeren çalışmalardır.

1.2. Kuramsal Çerçeve

Bu bölümde fen bilimleri öğretmen eğitimi, STEM eğitimi, tasarım temelli öğrenme, probleme dayalı öğrenme ve STEM ile STEM odaklı tasarım uygulamalarına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

1.2.1. Fen Bilimleri Öğretmen Eğitimi

Eğitim sistemindeki başarıyı öğrenci, öğretmen, ders müfredatı ve fiziki kaynaklar gibi birçok faktör etkilemektedir (Şişman, 2004). Bu faktörlerden belkide en önemlisi öğretmenlerdir. Öğretmen nasıl olmalıdır sorusu sorulduğunda alanındaki yeni gelişmeleri takip eden, öğrencilerin derse karşı ilgi ve motivasyonlarını artıracabilecek gerekli bilgiye sahip olan kişi olarak cevaplanmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin iyi bir eğitimden geçmesi gerekmektedir (Meriç, 2004). Eğitimin ilk kademesinden itibaren öğrenciye fen bilimleri alanındaki bilimsel olay ve olguları kavratmayı amaçlayan

öğretmenlerin alan bilgileri ve öğretmenlik alanındaki yeterliklerinin iyi düzeyde olması başarıyı arttırmadaki en önemli faktördür (Buldu, Buldu ve Buldu, 2014).

Fen bilimleri dersi diğer derslere göre öğrenilmesi en zor olan derslerin başında gelir (Hançer, Şensoy ve Yıldırım, 2003). Günümüzde fen bilimleri etkinliklerle, deneylerle ve modellerle etkili bir şekilde öğretilmeye çalışılsa da günlük hayatla bağlantılı olmadığı sürece öğrencide soyut bilgi yapıları olarak kalmaktadırlar. Bundan dolayı da fen bilimleri öğretmenlerinin öğrencilere fenedeki bilgileri en etkili şekilde öğretebilecek niteliklere sahip olması gerekmektedir (Demirci, 1993). Son yıllarda pek çok ülkede eğitime yönelik gerçekleşen reformlarda dikkat çekici olan değişiklikler öğretmen eğitimi alanındaki değişiklikleri içermektedir. Çünkü ülkelerin eğitimi seviyelerinde dönüş meydana geliyorsa ilk olarak öğretmen adaylarının aldıkları eğitimlerin incelenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir (Meriç ve Tezcan, 2005).

Bugün dünyanın birçok ülkesinde 21. yy.ın fen bilimleri eğitim modeli STEM eğitimi olarak kabul edilmektedir. Neredeyse her ülke gelecekte için STEM bilgisi ve becerisine sahip 21. yy vatandaşları hazırlama yarışına girmiştir (Allendoerfer, Wilson, Kim ve Burpee, 2014). Bu model öğretmenler için fen bilimlerini öğretirken, teknoloji, mühendislik ve matematik hakkında düşünmeye amaçlayan bir süreci tanımlamaktadır. Özellikle bu yapı öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bütünleştirici bir eğitim felsefesi oluşturmaları olarak görülmektedir (Wilson vd., 2015). Ayrıca fen bilimleri eğitiminde öğretmenlerin ontolojik bir dönüşüm ve değişimi takip ederek, günümüz fen bilimleri eğitiminin değişen kuramsal manzarasına cevap verme olarakta vurgulanmaktadır. Dahada önemlisi fen bilimlerindeki epistemolojiler için birer alternatif sunma olarak tanımlanmaktadır (de Freitas, Lupinacci ve Pais, 2017).

Günümüz fen bilimleri eğitiminde öğrenciler için yaygın öğrenme deneyimleri, doğası gereği pratiğe dayalı, disiplinlerarası ve gerçek dünyayı otantik öğrenme yollarıyla anlamaktır (Bell, Lewenstein, Shouse ve Feder, 2009). Fen bilimlerinin doğasını anlamada öğrencilere aktif katılım ve keşfedici zengin fırsatlar sunacak şekilde tasarlanan öğrenme ortamları, onların çevrelerindeki dünyayı yaratıcı ve sorgulayıcı bir şekilde incelemelerine olanak tanıyacaktır (Bell vd., 2009; Fallik, Rosenfeld ve Eylon, 2013). Bugün bu öğrenme yollarının en temel karşılığı olarak STEM eğitimi karşımıza çıkmaktadır. Fakat STEM temelli öğrenme süreçlerinin fen bilimleri derslerinde etkili

bir şekilde uygulanmasını sağlayacak öğretmen eksikliği sürekli dikkat çeken bir durum olarak karşımızda durmaktadır. Dolayısıyla bugün fen bilimleri eğitiminde en öncelikli amacın STEM bilgisi bakımından iyi yetişmiş öğretmenleri hazırlayıp, sisteme dahil edilmesi olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için doğru uygulanabilen STEM öğretmen hazırlığı etkinliklerine ihtiyaç duyulmaktadır (Dani, Hartman ve Helfrich, 2017; King, 2017). Fen bilimleri öğretmenlerini hazırlamada STEM uygulamalarının kullanılması onlar için farklı kişi ve gruplarla çalışılan yeni bir öğretim deneyimini ifade etmektedir. Dahası öğretmen adayları için etkili STEM öğretimini anlama yolunda mükemmel fırsatlar sunmaktadır. Fen bilimleri öğretmen hazırlığında STEM öğrenme deneyimleri, öğretmen adaylarının hem pedagojik olarak hem de STEM içeriğiyle ilgili bilgi ve uzmanlık geliştirmelerinde çok sayıda fayda sağlamaktadır (Avery ve Reeve, 2013; Dani, Hartman ve Helfrich, 2017; Harlow, 2012).

Ortaokulda STEM eğitiminin kalitesini ve entegrasyonunu artırmak için yapılan çağrılarının başarısı, özelliklede öğretmenlerin STEM’le ilgili bilgi ve inanışlarına bağlıdır (Ring, Dare, Crotty ve Roehrig, 2017). Bugün birçok eğitimci, STEM eğitiminin öğretmen hazırlama programları ve mesleki gelişim fırsatları yoluyla geliştirilmesinin önemine vurgu yapmakta ve STEM entegrasyonunun doğası hakkında yoğun tartışmaları sürdürmektedirler (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011; Çorlu ve Çallı, 2017; English, 2016; Kim ve Bolger, 2017; Stohlman vd., 2012; Williams, Walter, Henderson ve Beach, 2015).

Günümüzde STEM’le ilgili kariyerleri sürdüren öğrenci sayısını artırmak birçok ülke için iddialı bir hedefe haline gelmiştir. Bu çabada öğretmenleri desteklemek için eyleme geçilmesi bu sürecin en temel adımıdır. Amerika Birleşik Devletleri’nin başını çektiği pekçok ülke, fen bilimleri öğretmenlerinin, STEM eğitiminin sınıfta nasıl uygulanacağına dair bir anlayış geliştirmesini artık zorunluluk olarak görmektedir (Ring vd., 2017). Eğer öğretmenler STEM eğitimi ile ilgili zayıf bir inanışa sahipler ve etkili bir STEM öğretim anlayışından yoksunsalar, onu sınıflarında etkin bir şekilde kullanabilecekleri olasılığı azdır (Stohlman, Moore ve Roehrig, 2012). Bu bağlamda öğretmenlerin STEM ile ilgili düşünce ve tutumları belirlenmeli, elde edilecek verilerle alandaki eksiklikler tespit edilmeli ve öğretmen yetiştirme programları buna göre düzenlenmelidir (Eroğlu ve Bektaş, 2016).

STEM'i teşvik edecek çabaların bir parçası olarak, birçok ülkedeki son eğitim raporları STEM öğretmenlerinin hazırlanması ihtiyacını yinelemektedir (National Science and Technology Council. (NSTC) 2013). NSTC (2013), K-12 eğitiminde STEM'i arttırmanın en temel yollarından birinin, gelecekteki uygulama çabalarına rehberlik edecek hizmet öncesi öğretmen eğitimi ve STEM öğretmen gelişimi üzerine sürdürülen mesleki gelişim araştırmaları olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte en etkili yollardan birisi olarak robotik çalışmalar, öğretmen adaylarınının STEM yetersizliğini azaltmada umut verici bir yol olarak yine önerilmektedir (Jaipal-Jamani ve Angeli, 2017)

1.2.2. STEM Eğitimi

Bu yüzyılda ülkeler küresel ısınma, nüfus artışı, sağlık, enerji ve su kaynakları gibi birçok küresel zorlukla uğraşmaktadırlar. Bu zorlukları yeterince ele alabilmek için bilim ve teknolojide daha fazla gelişmeyi destekleyen uluslararası bir eğitim yaklaşımına ihtiyaç duyulmaktadır (Thomas ve Watters 2015). 21.yüzyılda yaşanan teknolojik ve bilimsel rekabet ülkelerin eğitim sistemlerinde fen, matematik, mühendislik alanlarına olan önemi arttırmıştır (MEB, 2018). Teknolojik atılım insan beyninin takip etmekte zorlanacağı kadar hızlı bir şekilde değişim, gelişime uğramaktadır. Bunun sonucunda ülkeler fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanındaki gelişimlerin öneminin farkına varmışlardır (Miaoulis, 2009). Bilim, teknoloji ve ekonomide ülkelerin gerisinde kalmamak için fen ve matematik disiplinlerini teknoloji ve mühendislikle ilişkilendirebilecek bilgi ve beceriye sahip bireylerin yetiştirilmesi gerekmektedir (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Günümüzde popülerlik kazanan STEM, İngilizce science, technology, engineering ve mathematics kelimelerinin ilk harflerinin kısaltmasıyla oluşmakta ve İngilizcede kök anlamına gelmektedir (Sanders, 2009). Disiplinler arası bir eğitimle bir problemin çözüm sürecinde bilgi ve becerilerin öğrenciye kazandırılması olarak tanımlanmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Fen bilimleri alanında, mühendislik uygulamaları sonucunda teknolojik bir ürünün ortaya çıkarılması, STEM disiplinlerinin entegre edildiği bir öğretimi içermektedir. STEM günlük yaşamda kullanılabilir bilgi ve becerileri geliştirmek için üst düzey bir öğrenme yapılandırmasını sağlar (Yıldırım ve Altun, 2015). Çorlu (2017) STEM eğitiminin, öğrenenlerin hayatın içinden deneyim edinmeleri

sonucunda biçimleneceğini ve STEM'e ait bilgilerin en az başka bir STEM bilgisi alanıyla bütünleştirilerek öğrenilebileceğine dikkat çekmektedir.

STEM becerileri, biyoteknoloji, bilgi ve iletişim teknolojileri ve çağ ötesi olan sürdürülebilir teknolojiler gibi yeni ortaya çıkan bilgi tabanlı endüstrileri desteklemenin yanı sıra tıbbi araştırma, tarım ve madencilik gibi yerleşik endüstrilere rekabet avantajı sağlamaktadır (Office of the Chief Scientist [OCS], 2014). Bu nedenle en erken dönemlerden itibaren öğrencilerin STEM'i benimsemelerini ve anlamalarını sağlayacak yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Son zamanlarda STEM eğitimi tanımında ve içeriğinde bazı değişiklikler yapıldı ve STEM'e yeni alanlar eklendi. Birleşik Devletler Ulusal Bilim Vakfı bu kavrama nanoteknoloji, biyoteknoloji, malzeme bilimi, sosyoloji, antropoloji, ekonomi, yer bilimleri gibi disiplinleri ekledi. Bunun yanında STEM'in sadece teknik bilimlerden oluştuğu, estetik ve sanatın devre dışı bırakıldığı şeklinde eleştiriler dikkate alınarak ingilizcede sanat kelimesinin karşılığı olan Arts'ın baş harfi eklenerek STEAM teriminde kullanılmaya başlandı. STEM eğitimini kapsamı ve günümüzde STEM disiplinleri arasında sanatın olup olmaması tartışma konusu iken, matematik ve fenin ayrı ayrı öğretilmesi yerine fen matematik mühendislik teknoloji alanlarını tek bir disiplin ile kaynaştırılmış şekilde öğretiminin karşılık bulduğu eğitim yaklaşımıdır (Aydağül ve Terzioğlu, 2014). 21. yüzyıla uyumlu olarak popüler, pedagojik, politik STEM yorumları bulunmaktadır. Eğitim politikalarında düzenlemeler ve büyük çaplı istihdamlar politik, bilim ve mühendisliği topluma sevdirmeye amaçlı olan STEM yorumu ise popüler, eğitimin kalitesini iyileştirilmesi yorumu ise pedagojik STEM'i ile ifade etmektedir (Aşık vd., 2017).

Moore ve diğ., (2014) STEM eğitimini, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematikten oluşan dört disiplinin birkaçını ya da hepsini konular ile gerçek dünya problemleri arasındaki bağlantılara dayalı olan tek bir sınıfta, birimde ya da derste birleştirme çabası olarak tanımlamışlardır. Kelley ve Knowles (2016) öğrenci öğrenmesini zenginleştirmek üzere STEM alanlarının birleştirildiği sahici bir bağlam içerisinde kullanılan bir öğretim yaklaşımı olarak tanımlamışlardır. Dahası 21. yüzyılın yaratıcılık, eleştirel düşünme, sorgulama, iletişim ve işbirliği becerilerinin kullanılarak

özgün bağlamlar içerisinde yenilikçi bir problem çözme düşüncesidir (Bellanca ve Brandt, 2010).

Johnson (2013), STEM'i, bilimsel sorgulama, teknolojik ve mühendislik tasarım, matematiksel analiz ve 21. yy becerilerini içeren uygulamalar yoluyla fen bilimleri ve matematik disiplinlerinin öğretilmesini entegre eden bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlar. İyi tanımlanmış tek bir deneyimden ziyade, o bir dereceye kadar bağlantılı bir dizi deneyim içerir. Deneyimler, bir veya birkaç sınıf döneminde veya bir müfredatta gerçekleşebilir; tek çalışmayı yada tüm okulun katılımını yansıtılabilir veya okul sonrası veya okul dışı etkinliklerle gerçekleştirilebilirler.

Salami, Makela ve Miranda (2017), STEM'i bağlam gerektiren, hakiki sorunların çözümünü kolaylaştıran döngüsel ve üretken bir öğrenme faaliyeti olarak tanımlamaktadırlar. Yine öğrencilerin mümkün olan en iyi sonucu elde etmek için olası bir çözümün test edilmesine ve gözden geçirilmesine sevk edildiği tasarımsal ya da üretici öğrenmeye teşvik edici bir yol olarak tanımlanır. STEM eğitimi, öğrencilerin araştırdığı, problemlere çözümler ayarladığı, gerçek dünyaya ilişkin kanıda dayalı açıklamalarını yaptığı öğrenci merkezli öğrenme ortamlarını oluşturmak üzere fen bilimlerinin, teknolojinin, mühendisliğin, matematiğin ve ilişkili oldukları faaliyetlerin kullanımınıdır. STEM eğitimi, öğrencilerin kurulu dünyayı geliştirmek amacıyla doğal dünya hakkında açıklamalar ararken eleştirel düşünme, iş birliği ve iletişim becerileri geliştirdiği sırada yaratıcılığa ve yeniliğe ön ayak olduğu bir süreci içermektedir (Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017).

Bununla birlikte STEM terimi için tek bir evrensel tanım bulunmamakta ve bireylerin bakış açısına veya öngörülen içeriğe bağlı olarak, STEM farklı insanlar için farklı anlamlar taşımaktadır (Albrecht ve Gomez, 2014; Bell, 2016; Capraro vd., 2013). English (2017) STEM'in eğitimdeki tanımlarıyla ilgili gözlemlediği ilginç bir paradoksa dikkat çekmektedir. Bu paradoks STEM'in anlamı veya öneminin açık ve net olmadığıyla ilgilidir. English'e göre bazı tanımlarda dört disiplinin referansı vardır, fakat bazen anlam ve vurgu sadece bir disiplini içermektedir. Yine bazı tanımlarda, dört disiplinin ayrı fakat eşit olduğu varsayılır. Diğer tanımlarda ise STEM eğitiminin dört disiplinin entegrasyonu olarak tanımlandığı başka bir vurgunun olduğuna dikkat çekmektedir. Bununla birlikte STEM eğitimi çok yönlü ve derinlemesine bir süreci

içermektedir. Özellikle çeşitli sosyokültürel bağlamlar içerisine yerleştirilmelidir (Dierking ve Falk, 2016).

Son yıllarda birçok OECD ülkesi yeni STEM eğitimi programları geliştirmektedir. Bu programların birçoğu akademik kavramlar ile gerçek dünya derslerinin birleştirildiği çok disiplinli ve disiplinler arası özelliklerin kullanıldığı okul-toplum ve iş arasında bağlantı kuran çalışmaları kapsamaktadır (Lantz, 2009; Tsupros, Kohler ve Hallinen, 2009; Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011). Ayrıca bu programların çoğu, insanların eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini genişletmek amacıyla STEM dalları arasında ilişkilerin kurulmasına fazlaca önem vermektedir (Siekman, 2016; Chalmers, Carter, Cooper ve Nason, 2017).

Yeniliği, üretkenliği ve genel ekonomik büyümeyi teşvik etmek için gerekli görülen STEM eğitimi, bir çok ulusta mevcut ya da gelecek STEM işgücünde algılanan açıklarla körüklenen kritik bir mesele olarak görülür (Caprile, Palmen, Sanz ve Dente, 2015). Günümüzde STEM ile ilgili meslekler ülkelerin küresel ekonomik itibarları için hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte STEM ile ilgili meslekler ayrıca bireysel ekonomik yararlar sağlamaktadır. Örneğin, ABD’de STEM kariyerine sahip olan bireyler STEM kariyerine sahip olmayanlardan % 26 ila 40 oranında daha fazla kazandıkları tespit edilmiştir (Beede vd., 2011; Melguizo ve Wolniak 2012). Ayrıca, araştırmalar genel olarak, bir STEM alanında çalışan bireylerin ulusal ortalamadan % 70 daha fazla ve kariyerleri boyunca 500.000 \$ 'a kadar daha fazla para kazandığını ortaya koymaktadır (Carnevale, Smith ve Melton, 2011). Bu nedenle, ABD STEM’e dayalı yetişmiş işgücü varlığının artırılmasını ulusal / makro ve mikro seviyede oldukça önemli görmektedir (Ball, Huang, Cotten ve Rikard, 2017). STEM eğitimi ilerletme konusundaki uluslararası ilgiler son yıllarda artmaktadır ve herhangi bir zayıflama belirtisi göstermemektedir. Birkaç isim vermek gerekirse eğitimciler, politika geliştiriciler, iş ve sanayi örgütleri, mevcut ve gelecekteki sosyal ve ekonomik zorlukları karşılamak için STEM becerilerini geliştirmenin aciliyetini vurgulamaktadırlar (Caprile vd., 2015; Prinsley ve Baranyai, 2015).

STEM eğitimi için beş konu hem akademik literatürde hem de medyada önde gelir. Bu konular doğrudan politika ve müfredat kararlarını etkilemektedir. Bunlar: (a) STEM eğitime ilişkin bakış açıları, (b) STEM entegrasyon yaklaşımları, (c) STEM disiplin

temsili, (d) STEM eğitimine erişimde eşitlik ve (e) STEM' in STEAM'e (sanatı birleştiren) genişletilmesi (Salami vd., 2017).

Gelecek Nesil Yeni Fen Bilimleri Standartlarında tüm öğrencilerin öğrenmesi için gerekli olan sekiz fen bilimleri faaliyeti tanımlamaktadır. Bunlar: 1) (Fen Bilimleri için) bilimsel sorgulama ve (Mühendislik için) tasarım problemi tanımlama 2) Modellerin geliştirilmesi ve kullanılması, 3) Araştırmaların planlanması ve yürütülmesi 4) Verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması 5) Matematiğin ve sayısal düşünmenin kullanılması 6) (Fen Bilimleri için) Açıklamaların oluşturulması ve (mühendislik için) çözümlerin geliştirilmesi 7) Kanıtlardan argümanlara ulaşmak 8) Bilgiyi toplama, yorumlama ve iletmedir (NGSS Lead States, 2013).

II. Dünya Savaşı'ndan buyana fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik, ulusal rekabet gücünün temelini oluşturan hayati bilgi alanları olarak görülmüştür. Ancak, son yirmi yılda, bazı raporlar, öğrencilerin fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik çalışmaları ile kazanılan bilgiyi kullanarak gerçek dünyadaki problemleri nasıl çözeceklerini anlamalarına yardımcı olan eğitim sistemlerinin mevcut başarısızlıklarına işaret etmiştir (Bybee, 2013; Williams, 2011). Bununla birlikte STEM eğitim reformu bu başarısızlığı ortadan kaldırma çabası olarak görülmektedir. Bu bağlamda STEM eğitimi (a) birçok ulusun karşılaştığı küresel ekonomik zorluklara yönelik bir pazar arayışıdır (b) küresel teknolojik ve çevresel problemleri çözme yoludur ve (c) 21. yüzyılda gerekli işgücü becerilerini geliştirmek için gereken bilgiye odaklanır (Bybee, 2013). Bybee'ye göre STEM eğitimi, bireylerin gerçek dünyadaki sorunları tanımlamak için bilgi, tutum ve becerileri geliştirmeleri, doğal ve tasarımlı dünyayı bu bilgi ile açıklayabilmeleri yolunda bir farkındalık yaratmaları ve küresel vatandaş olarak STEM ile ilgili konulara katılma isteğinin oluşturulmasıdır.

Bugün STEM'in, farklı örneklemeler üzerinden, fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarını, proje tabanlı öğrenme, probleme dayalı öğrenme stratejileri, ve mühendislik tasarımı çalışmaları kullanarak bütünleştirilmesi gereken multidisipliner bir öğrenme yaklaşımı olduğuna inanılmaktadır. Bununla birlikte esas amaç STEM'e dayalı işgücüne geçişi sağlamaktır (Ritz ve Fan, 2015). Ülkeler bunu sağlayabilirlerse ekonomik sürdürülebilirliği ve gelecekteki refahlarını güvence altına alacakları düşünülmektedir (Katsomitros, 2013; Marginson vd., 2013).

Alan yazın incelendiğinde STEM eğitimi yoluyla edinilmesi veya geliştirilmesi gereken becerilere yoğun bir şekilde vurgu yapılmaktadır. STEM yetkinliği olarak tanımlanan bu beceriler şunlardır: problem çözme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, karar verme, aktif öğrenme, zaman yönetimi, takım çalışması, işbirliği ve sosyal iletişim. STEM çalışanları problemleri çözmek için üst düzey bilişsel becerilere ihtiyaç duyarlar. Bilgi veya verileri ayrı bölümlere ayırarak ve en iyi çözümü seçmek için sonuçları değerlendirerek sorunları çözerler. Yaratıcı düşünmek için, sanatsal katkılar da dahil olmak üzere yeni uygulamalar, fikirler, ilişkiler, sistemler veya ürünler geliştirmeli, tasarlamalı veya oluşturmalarıdır. Ayrıca STEM çalışanlarının bilgi ve verileri derlemek, kodlamak, kategorize etmek, hesaplamak, doğrulamak, yazılım yazmak ve işlevleri kurmak için bilgisayarları ve ekipmanları kullanmaları için yetkinliklere ihtiyaçları vardır (Jang, 2016).

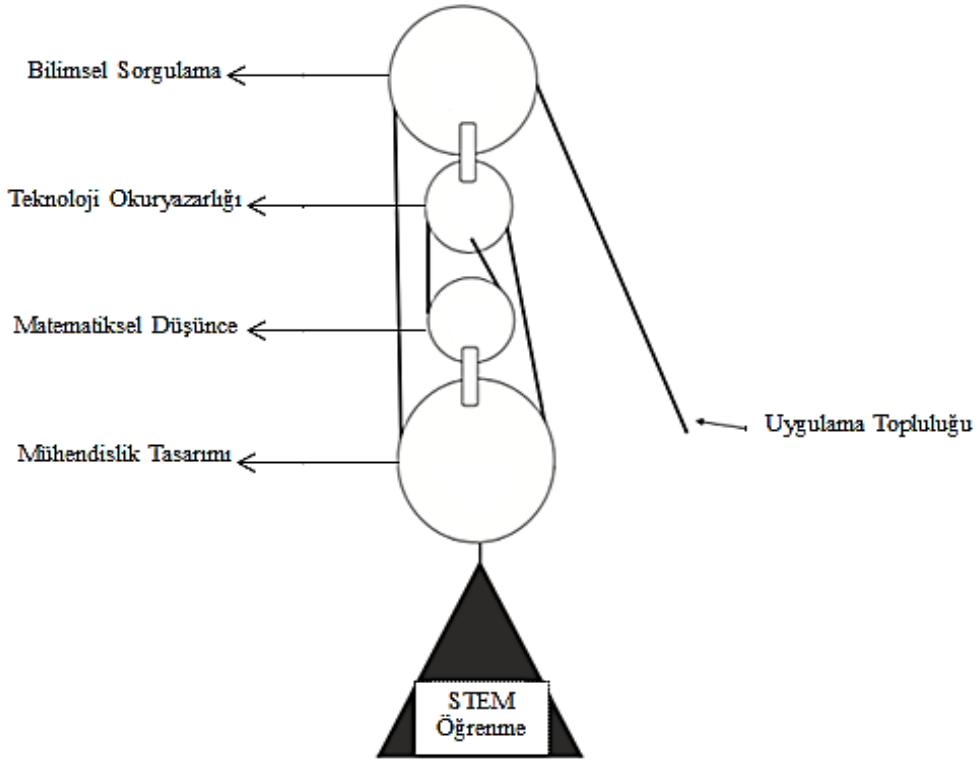
STEM'in temel doğası göz önüne alındığında günlük yaşamın her alanında ilişkisel akıl yürütmeyi içerdiği anlaşılmaktadır (Alexander, 2017). İlişkisel akıl yürütmeye kavramsallaştırılan bu yapı fen bilimleri, mühendislik, teknoloji ve matematik içinde iç içe geçmiş ve bu alanların merkezinde sorun ya da görevlerin olduğu bir süreci tanımlamaktadır (Christensen ve Schunn, 2007; Dumas vd., 2016).

Bugün STEM eğitimi, günümüzün karmaşık ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlarını ele alarak hangi STEM tanımının benimsenmiş olduğuna bakılmaksızın, bir devlet, ulus veya küresel olarak istenen eğitim hedeflerine ulaşmada herkes tarafından uygulanabilir ve erişilebilir olan süreçleri içermesi gerekmektedir. STEM konularında eğitim ve beceri geliştirme kalitesi üzerinde giderek artan ve neredeyse evrensel bir endişe vardır. Bu endişeler STEM eğitiminin vizyonunuda geliştirmektedir. En yeni vizyon, STEM' in disiplinler arası yöntemlerin entegre edilmesi yoluyla öğrenilmesini ve öğretilmesini vurgulamaktadır (US Department of Education and Office of Innovation and Improvement, 2016). Bütünleşik STEM eğitimi olarak tanımlanan bu yapı, mümkün olduğunca teknolojiden faydalanmaya odaklanan bir meta-disiplini temsil etmektedir (Kelley ve Knowles, 2016).

Honey ve diğ. (2014) STEM disiplinleri entegrasyonunu öğrenenlerin çoklu disiplinlerden bilgi ve becerileri kullanmalarını gerektiren görevler olarak tanımlamaktadır. Bu durum etkili STEM disiplinleri entegrasyonunu kapsamaktadır

(Asunda ve Mativo, 2016; Kelley ve Knowles, 2016). Bu entegrasyon takım çalışması yoluyla matematik ve fen bilimlerindeki kavramları kullanarak, mühendislik tasarımının uygun teknolojiyle birleştirilerek günlük hayatın içindeki problemlerin çözülmesidir (English, 2017; Honey vd., 2014; STEM Task Force Report, 2014). Bununla birlikte STEM entegrasyonuna ilişkin ayrıntılı bir yaklaşım sunan Bryan vd. (2015), STEM entegrasyonunun sadece iki yada daha fazla disiplini birlikte öğretmediği veya birini bir başkasının öğretilmesi için bir araç olarak kullanılması olmadığı uyarısında bulunmuşlardır. Daha ziyade, onlar STEM entegrasyonunun üç türünü tanımlamaktadırlar. Bunlar: (a) öğrenme deneyimlerinin birden fazla STEM öğrenme hedefine sahip olduğu içerik entegrasyonu, (b) ana içeriği öğrenmeye destek olarak bir alanın (örn. matematik) ele alındığı destekleyici içerik entegrasyonu (örn. fen bilimleri) ve (c) bir disiplin bağlamında bir diğerinin öğrenme hedefleri için kullanıldığı bağlamsal entegrasyondur.

Stohlmann vd. (2012), bütünleşik STEM eğitiminin STEM disiplinlerini tek bir sınıfta birleştirmeye yönelik bir çaba olduğunu ima etmektedirler ama bunun birden fazla dersi kapsayabileceğini ve dört STEM disiplininin hepsini kapsamına gerek olmayabileceğine yönelik açıklık getirmektedirler. Bu oldukça önemli bir açıklamadır. Çünkü yaygın bir soru dört STEM disiplininin bütünleşik STEM olarak kabul edilmek üzere öğretime entegre edilmesinin gerekip gerekmediğidir. Şekil 1.1'deki model, bütünleşik STEM eğitimi için önerilen kavramsal çerçeveyi göstermektedir. Bu model, mühendislik tasarımını, bilimsel sorgulamayı, teknoloji okur yazarlığını ve matematiksel düşünmeyi bütünleşik bir sistem olarak sunmaktadır.



Şekil 1.1. STEM’i öğrenme için kavramsal çerçeve modeli

Sistemdeki her makara, dört STEM disiplinindeki ortak uygulamaları birleştirir ve uygulama topluluğuyla onları birbirlerine bağlamaktadır. Makara düzeneği, tüm sistemin bütünlüğünü sağlamak için uyum içinde çalışmalıdır. Entegre bir STEM yaklaşımı, STEM içeriğinin STEM uygulamalarıyla birlikte öğretilmesi gerektiği fikrinden faydalanmalıdır. Hem içerik hem de uygulamalar idealin sağlanmasında eşit derecede önemlidir (Kelley ve Knowles, 2016).

21. yüzyılda öğrencilerin öğrenmelerini teşvik etmek, öğrencilerin hazırlık seviyelerini karşılamak ve yeteneklerini genişletmek için iyi tasarlanmış ve bütünleştirilmiş STEM deneyimleri uygulanmalıdır. Özellikle öğrencilere STEM içeriğini birbirine bağlayarak ve gerçek dünya bağamlarını kullandıkları öğrenme olanakları sağlanmalıdır (Gadanidis vd., 2017). STEM eğitiminin odak noktası, sadece rutin prosedürlerin veya problem çözme stratejilerinin uygulanmasından ziyade, anlamlı ve zorlu durumlarla öğrenenlerin meşgul olmaya teşvik edildiği ve üst düzey bilişsel akıl yürütme süreçlerinin uygulanmasına yol açabilmelidir (English, King ve Smeed, 2017; Hunter, Hunter, Jorgensen ve Choy, 2016). STEM eğitimi için kavramsal bir çerçeve

geliştirmek, insanların nasıl öğrendiğini, özellikle de STEM içeriğini öğretmeyi ve öğrenmeyi çevreleyen karmaşıklıkların derinlemesine anlaşılmasını gerektirir. Araştırmalar, öğretmenin yeterli içerik bilgisi ve pedagojik içerik bilgisi olduğunda STEM öğretiminin zenginleştiğini göstermektedir (Nadelson vd., 2012). İçeriği öğretmek ve öğrencilerin bu içeriğin gerçek hayattaki uygulamalarına ilişkin bağlantıları görmesini ummak yerine, içeriği öğrenirken entegre bir yaklaşımla öğrencilerin STEM konuları arasındaki bağlantıları bulmaları amaçlanmalıdır (Kelley ve Knowles, 2016).

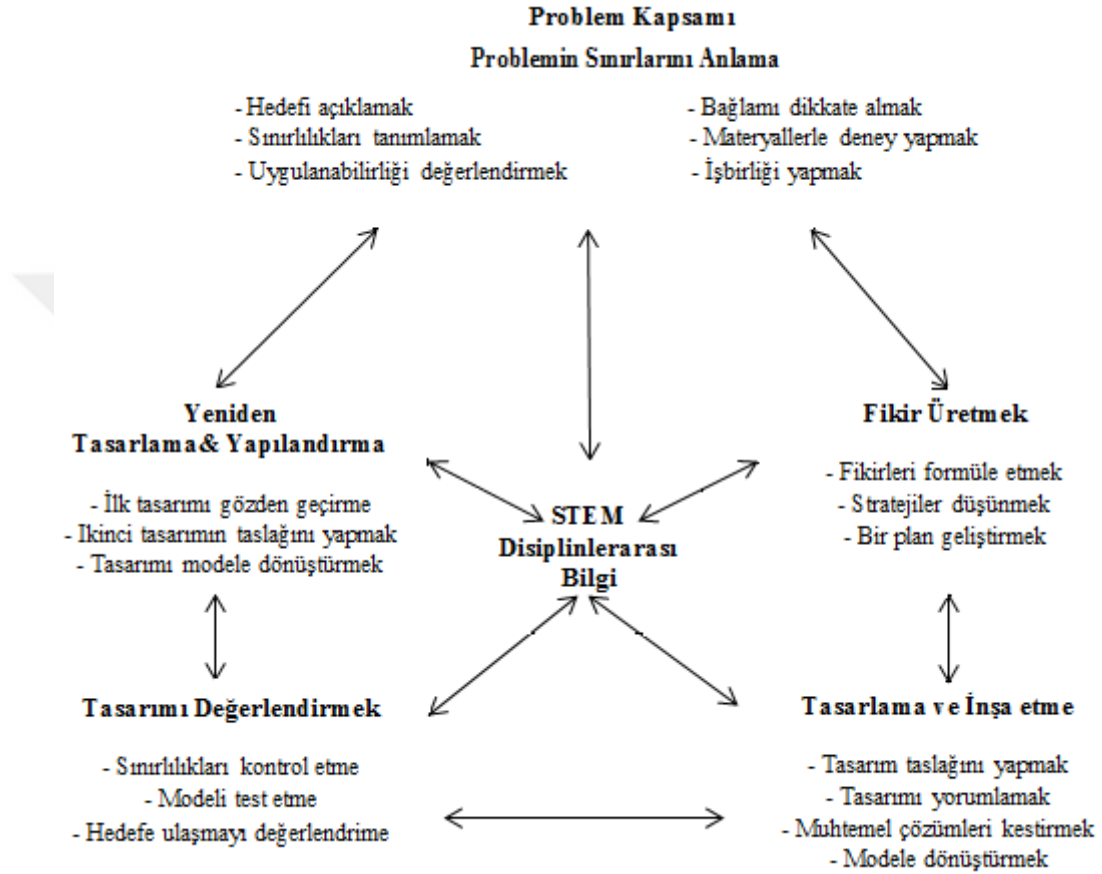
STEM eğitiminde mükemmellik, gelecekte sağlık, teknoloji, imalat sanayi, bilgi dağılımı, politik süreçler ve kültürel değişim dahil pek çok sektördeki ve alandaki işleri, üretkenliği ve rekabetçiliği etkileyeceği düşünülmektedir (Asunda, 2014). STEM alanlarındaki yenilik sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda yaşam kalitesini de artırır. Yine gelecekte STEM ile ilgili olan işlerin, STEM ile ilgili olmayanlara kıyasla % 17 büyümesi beklenmektedir (Langdon vd., 2011).

1.2.3. Tasarım Temelli Öğrenme

Alan yazın incelendiğinde STEM'in çoğunlukla mühendislik ürünleri ortaya çıkarmadaki faaliyetler olduğu anlaşılmaktadır. Dahası STEM bir sanat eser tasarlamayı temsil etmektedir (Roth, Tobin ve Ritchie, 2001). Mühendislik tasarımına ilişkin çeşitli yorumlar literatürde yer almaktadır. Bununla birlikte ilk ve orta okullardaki öğrencilerin mühendislik tasarım deneyimleri üç yorum altında toplanmaktadır. Bunlar: (a) kabul edilebilir çözümler için kriterler belirleyerek problemleri tanımlamak, (b)olası çözümlerin üretilmesi ve bunların en iyi şekilde hangi problemin gereksinimlerini karşılayacağını değerlendirmek, (c) daha önemli olan için daha az önemli özelliklerin geçersiz kılınması da dahil olmak üzere sistematik olarak test etme ve eleme yoluyla problem çözümünün optimize edilmesi (Lucas, Claxton ve Hanson, 2014; Lucas ve Hanson, 2016).

Eğitimde tasarıma dayalı uygulamalar öğrencilerin bir problemin çözümünde mümkün olan en iyi sonucu elde etmeleri için olası çözümleri test etme ve gözden geçirme yoluyla öğrenmeye teşvik edilmesidir (Crismond ve Adams, 2012). Öğrencileri tasarım temelli problem çözmeye teşvik etmek, onlar için oldukça zengin bir öğrenme zemini

oluşturmaktır (Bagiati ve Evangelou, 2015; Charlton, 2017; English, 2016; English, 2017; English, Arleback ve Mousoulides, 2016; English, King ve Smeed, 2017; NGSS Lead States, 2013). Mühendislik tasarım sürecine ilişkin örnek bir model Şekil 1.2’de gösterilmiştir. Bu model STEM’i öğrenmede mühendislik tasarım sürecinin nasıl işletilmesi gerektiğini tanımlamaktadır.



Şekil 1.2. Mühendislik Tasarım Süreci Modeli (English, King ve Smeed, 2017).

STEM’e yönelik mühendislik tasarımları, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme, sosyal iletişim, takım çalışması becerileri ve motivasyonunu geliştireceğine dikkat çekilmektedir. Mühendislik tasarımları, STEM disiplinlerinin nasıl birleştirileceğini öğrenmenin doğal bir yolu olarak öğrenmede sürükleyici bir etken olabilir çünkü gerçek dünyadaki mühendislik problemleri sık sık karmaşık olur ve matematik ve fen bilimlerinin uygulamasını gerektirmektedir (English ve King, 2015; Shernoff vd., 2017).

Mühendislik tasarım süreçleri ideal STEM içeriğini öğrenmede bir katalizör görevi sağlamaktadır (NAE & NRC, 2009; NRC, 2012). STEM öğrenmede bir katalizör olarak mühendislik tasarımının kullanılması, dört STEM disiplininin tümünün eşit bir platform üzerine getirilmesi için hayati önem taşımaktadır. Mühendislik tasarımının en temel doğası, öğrencilere STEM alanlarının hepsinde çok sık ortaya çıkan problemleri çözmek için sistematik bir yaklaşım sunmasıdır. Mühendislik tasarımı, konu entegrasyonunun anahtarı olarak tanımlanan STEM disiplinleri arasında bağlantıları inşa etme ve kesişme noktalarını belirleme imkânı sağlamaktadır (Frykholm ve Glasson, 2005).

Fen bilimleri eğitimi bir mühendislik tasarımı yaklaşımı kullanılarak geliştirilebilir. Çünkü bu tasarım sürecinde öğrenciler bilimsel bilgiyi ve bilimsel sorgulamayı uygulamak için fırsat bulurlar. ABD'deki Yeni Fen Bilimleri Eğitimi Standartları Kavramsal Çerçevesi (NRC, 2012), öğrencilere tüm K-12 sınıf düzeylerinde fen bilimleri araştırmaları ve mühendislik tasarım projeleri tasarlama ve geliştirme fırsatları verilmesini önermektedir. Mühendislik tasarım sürecinin analitik unsuru, öğrencilerin, nihai bir prototip oluşturulmadan önce potansiyel tasarım çözümlerinin işlevi ve performansı hakkında öğrenciyi bilgilendirecek deneyler oluşturmak ve yürütmek için matematiksel ve bilimsel sorgulamayı kullanma imkânı sağlar. Mühendislik tasarımına yönelik yaklaşımlar, öğrencilerin kendi deneyimlerini inşa etmelerini sağlamaktadır. Öğrenciler, tasarımlar hazırlayıp bunları analiz ettikçe yeni bilimsel ve matematiksel bilgi oluşturmalarına yönelik fırsatlar elde etmiş olacaklardır. Mühendislik tasarımı, öğrencilerin kendi gelişmekte olan bilimsel bilgilerini test edebilmelerini ve onu pratik problemlere uygulayabilecekleri bir bağlam sağlar (Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017; Hora ve Oleson, 2017).

1.2.4. Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) ve STEM

PDÖ, öğrencilerin yapılandırılmamış bir problem için kavramsal çözüm belirlemesi ve uygun tartışma ile onu savunmasını içermektedir (Barrows ve Tamblyn, 1980; Barrows, 1996; Hmelo-Silver, 2004). PDÖ, gerçek dünya problemleri yoluyla öğrencilerin bilgi ve problem çözme becerilerini geliştiren bir öğretim yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Pecore, 2012). PDÖ, hem problem merkezlidir hem de öğrencilerin aktif bir şekilde sorgulayıcı dinamik bir süreç içerisinde dahil edildiği öğrenci merkezli bir yaklaşımdır.

PDÖ, sorgulamayı, işbirliğini ve aktif öğrenci katılımını teşvik ettiği için takım çalışmasına izin veren, öz yönlendirmeli bir öğrenmedir. Öğrenciler arasında işbirliğini teşvik eder ve fikir paylaşım ruhunu geliştirmelerine yardımcı olur (Major ve Mulvihill, 2018). PDÖ’de öğrenciler bilgi aramak için çeşitli yöntemler öğrenirler, yeni bilgiyi organize etmek için yollar geliştirirler ve problemlere uygulanabilir çözümler üretmek için takım halinde organize olurlar (Duch, Groh ve Allen, 2001).

PDÖ’de öğretmen artık bilgi sahibi değil, öğrenmeyi kolaylaştırıcı ya da “üstbilişsel koç” dur. (Gallagher ve Stepien, 1996; Savery, 2006). Bu yaklaşım, Kiley vd., (2000) tarafından daha da desteklenmektedir ve PDÖ’de öğretmenin fonksiyonunu “öğrencileri bilgileri keşfetmeye ve kendi öğrenme ihtiyaçlarını belirlemeye teşvik etmektir” şeklinde tanımlamakadır. PDÖ’de öğretmen bilgi vermektan kaçınır bunun yerine öğrenciler arasında tartışmalar ve öğrenmeler oluşturmaya yol açar” (s. 10). Böylece öğrenciler aktif bir şekilde öğrenme sürecinde yer almış olurlar (Major ve Mulvihill, 2018).

PDÖ’de öğrenciler günlük hayatın içinden çeşitli problem durumlarıyla baş başa bırakılmaktadırlar. Öğrenciler gruplar halinde işbirlikli öğrenmelerle problemin çözümüne ilişkin araştırma ve sorgulama süreçleri içerisinde yer alırlar (Çayan ve Karşlı, 2015; Dağyar ve Demirel, 2015; Turan ve Demirel, 2009). Problem merkezli eğitim modelleri, öğrencinin bilgiyi araştırarak ve sorgulayarak yapılandırmasında güçlü bir öğrenme desteği sağlamaktadır (Hmelo-Silver, Duncan ve Chinn, 2007).

Son yıllarda STEM eğitiminde problem merkezli yaklaşımlar oldukça önem kazanmıştır (Carr, Bennett ve Strobel, 2012; Duschl, 2008). Dahası pedagojik bir model olarak PDÖ’yü benimseyen STEM-tabanlı (Science, technology, engineering, and mathematics) okulların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (Meyrick, 2011).

STEM bağlamında, probleme dayalı öğrenme, pedagojik bir strateji olarak kullanılmakta, aynı zamanda, öğrenmeye yönelik açık uçlu gerçek bir dünya problemini çözmeye odaklanmış bir öğretici süreçtir. STEM-PDÖ deneyimlerinin şu altı özelliği sergilemeleri gerekmektedir: öğrenmede, öğrenci aktiftir; öğrenme, grup çalışmalarıyla gerçekleşir; öğretmen rehberdir; problemler öğrenmeye teşvik oluşturur; problemler problem çözme becerilerini geliştirmede araçtır; yeni bilgi, öz-düzenleme yoluyla biçimlenir (de Chambeau ve Ramlo, 2017).

PDÖ çok yakın zamanda STEM eğitiminde kullanılmaya başlanmış ve günümüzde bireylerin yenilikçi kapasitesini geliştirmeye yönelik popüler bir yaklaşım haline gelmiştir. PDÖ birçok savunucusu bu şekilde öğretimin, öğrencileri sahici ve açık uçlu problemler bağlamında öz-yönetimli öğrenmeye dahil ederek STEM disiplinleri arasında yeni ve faydalı bağlantılar kurmaya teşvik ettiğini öne sürmektedir (NRC, 2014). Öğrenciler açık uçlu tasarım problemlerini çözerken, STEM alanlarına hayat kazandırmaya, bütünlük öğrenmeyi desteklemeye ve 21.yüzyılın bilişsel yetkinliklerini geliştirmeye yönelmektedirler (Strimel, 2014).

PDÖ-STEM yaklaşımıyla öğrenciler, kendi tasarım problemine çözüm üretirken aynı zamanda bütünlük öğrenmeyi kavramış olmaktadır (Grubbs 2013; Grubbs ve Strimel, 2015). Özellikle mühendislik tasarımına dayalı problem çözme uygulamaları artık fen bilimleri eğitimi için önemli bir parça haline gelmiştir (Bartholomew ve Strimel, 2017).

Öğrencilerin açık uçlu problem senaryolarıyla yüzleşmeleri, yaratıcı düşünme ve yeni tasarımlar üretme yetenekleri, yirmi birinci yüzyıl öğrencileri için gerekli beceriler olarak vurgulanmaktadır. Problem temelli öğrenme senaryolarındaki açık uçlu tasarım problemlerine verilen bu önem, öğrenciler için işgücüne ve yüksek öğrenim hazırlığına bağlanmıştır. Fen bilimleri ve mühendislik entegrasyonu, öğrencilerin öğrenmelerinde aktif olarak yer almasına, gerçek dünya problemleri ve durumları kullanarak işbirlikçi problem çözümlerine katılmasına, disiplinle alakalı bilgi ve beceriler geliştirmesine odaklanır (NRC, 2012).

Politikacılar ve eğitimciler, öğrencilerin gittikçe değişen dünyada başarılı bir şekilde yaşamlarını sürdürebilmeleri için ihtiyaç duydukları bilgi ve beceriyle donanımlı olmalarının önemine dikkat çekmektedirler (Epstein ve Miller, 2011). “21. Yüzyıl Becerileri” olarak adlandırılan bu beceriler, temel içerik alanlarında ustalık, yaratıcı ve yenilikçi olma yeteneği, etkin bir şekilde iletişim kurma ve birlikte çalışma yeteneği, eleştirel düşünme, problem çözme, ile sosyal/kültürler arası beceriler gibi teknik olmayan becerilerde dahil bir dizi temel alanı kapsamaktadır (Partnership for 21st Century Learning, 2015). Bir çok araştırmacı bu becerilerin gelişimini desteklemek için, öğrencilerin problem temelli öğrenme gibi entegre ve karmaşık öğrenme etkinliklerine katılma fırsatına sahip olmaları gerektiğini savunmaktadırlar (Asghar, Ellington, Rice,

Johnson ve Prime, 2012; Cook ve Weaver, 2015; Edmunds, Arshavsky, Glennie, Charles ve Rice, 2017).

1.2.5. STEM Odaklı Tasarım Uygulamaları

Mühendislik disiplinlerarası bir yapıdadır ve mühendisler genel olarak karşılaştıkları gerçek dünya problemlerini çözmek için matematik ve fen bilimlerini kullanmaları gerekir (Lachapelle ve Cunningham, 2014). Mühendislik tasarım deneyimlerinin STEM müfredatı içerisine dahil edilmesi, ortaokul öğrencilerinin toplumdaki çeşitli mühendislik rollerini anlamalarını sağlamasının yanı sıra, matematik ve fen bilimleri içeriğini kavramsallaştırarak başarıyı, motivasyonu ve problem çözmeyi geliştirmeye yardımcı olabileceğini göstermektedir (English ve King, 2015).

Öğrencilere STEM disiplinleri arasında bağlantılar kurmalarına yardımcı olan öğrenme deneyimleri sağlama konusunda artan ilgiye rağmen, farklı STEM entegrasyonu yaklaşımlarının hangisinin bu bağlantıları en iyi şekilde kolaylaştırdığı ve STEM' de hangi faktörlerin öğrenci öğrenmesini, ilgisini veya başarısını arttırmada etkili olduğunu ortaya koyan sınırlı sayıda araştırma vardır (NAE ve NRC, 2014).

Yeni Nesil Bilim Standartları'nın temelini oluşturan K-12 fen bilimleri eğitimi, bugün toplumların karşılaştığı önemli zorlukları çözmeye yardımcı olmak üzere fen bilimleri ve mühendislik arasında bir disiplinler arası entegrasyonun gerekli olduğuna dikkat çekmektedir (NRC, 2012).

Bununla birlikte farklı düzeylerde etkili bir entegre STEM eğitimi yaklaşımı olan mühendislik tasarımı, fen ve matematiği kullanarak öğrenmeye bir bağlam oluşturma süreci olarak tanımlanmaktadır (Moore vd., 2014; Wendell ve Rogers, 2013). Mühendislik tasarımına, fen bilimlerini öğretme ve öğrenme açısından bakıldığında, sınıfta fen bilgisini uygulamak ve mühendislik uygulamalarında yer almak için mükemmel fırsatları sunan oluşumlar olduğu söylenebilir (NRC, 2012). Bu nedenle, STEM bünyesinde mühendislik tasarım deneyimlerinin kullanmak etkili fen eğitimi için bir fırsat olarak görülmelidir (Estapa ve Tank, 2017; Peters-Burton, Lynch, Behrend ve Means, 2014).

Mühendisliğin temel amacı, insanların gereksinimlerinden ortaya çıkan sorunları çözmektir. Bunu başarmak için mühendisler, fen ve matematik bilgileriyle mühendislik tasarım sürecine ilişkin anlayışlarına güvenirlir (NRC, 2012). Bununla birlikte STEM’le ilgili bir performans sergileyebilmek, mühendislik uygulamaları ve içerik bilgisi kombinasyonunu gerektirir. Özellikle ilkokul ve ortaokullarda mühendislik tasarımlarına dayalı STEM aktiviteleri öğrencilerin problem çözme becerisini geliştirmeleri açısından kritik öneme sahiptir (Bybee, 2010).

STEM öğrenimi, anlamlı bir problemle başlar ve sonra bu problemi çözmek için en iyi yolların bulunmasını gerektirir (Chalmers, Carter, Cooper ve Nason, 2017). Problem çözme sürecinde mühendislik tasarım uygulamaları en temel süreci temsil etmektedir (Park, Park ve Bates, 2016). Mühendislik tasarımının önemi, K-12 Fen Bilgisi Eğitimi Çerçevesinde açıkça belirtilmiştir (NRC, 2012). Mühendislik uygulamalarının önemi özellikle çocukların tasarım yeteneklerinin ilerlemesiyle açıklanmıştır. Bu önem şu şekilde ifade edilmiştir: “Bazı yönlerden çocuklar doğal mühendislerdir. Onlar kendiliğinden kumdan kaleler ve oyuncak evler inşa ederler ve kendi oyun amaçlarına göre çeşitli araçlar ve malzemeler kullanırlar. Bu nedenle, ortak bir okul faaliyeti olarak, çocukların, kâğıttan ve banttan bir köprüyü inşa etmesi ve başarısız oluncaya kadar test etmeleri gibi belirli bir sorunu çözmek için sınıfta onlara sağlanan araçları ve malzemeleri kullanmaya teşvik etmektir” (s. 70).

Günlük yaşamadaki problemlerin çözümü için gerekli bilgi ve beceriler gittikçe entegre ve karmaşık hale geldiği için, bu problemleri çözmek üzere disiplinlerarası bilgileri uygulama yeteneğine olan ihtiyaç gittikçe artmaktadır (Bybee, 2013). Günümüzde STEM eğitimi, öğrencilerin karmaşık gerçek dünya problemlerini çözme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olacak daha iyi bir öğretim yaklaşımı geliştirmek için makul bir çözüm olarak ortaya çıkmıştır (NRC, 2014). Bu arayışla birlikte mühendislik tasarımı, entegre STEM müfredatının uygulanması için ana süreç haline gelmiştir. Fen bilimleri eğitiminde yapılan pek çok çalışma, mühendislik tasarım etkinliklerinde bütünleştirici STEM yaklaşımını kullanmanın, fen ve matematiksel bilgi uygulamasıyla ilgili öğrenci öğrenmesini geliştirebildiğini göstermiştir (Schnittka ve Bell, 2011; Purzer, Goldstein, Adams, Xie ve Nourian, 2015; Wendell ve Rogers, 2013).

Mühendislik tasarımı karmaşık bir karar verme ve problem çözme sürecidir. Yapılandırılmamış problemleri çözmek üzere kaynakları en iyi şekilde kullanmak için bilimsel, matematiksel, mühendislik ve teknolojik bilginin uygulanmasını gerektirir. Buna ek olarak, mühendislik tasarım sürecinde üst seviye düşünme becerileri, problem faktörlerini analiz etmek, farklı çözümlerin fizibilitesini tahmin etmek, sonuçları değerlendirmek ve sonucu iyi hale getirmek için elzemdir. Kısacası, mühendislik tasarımı öğretimi yoluyla öğrencilerin problem çözme becerileri ve STEM okuryazarlığı kazanmaları desteklenmiş olunur (Uluslararası Teknoloji Eğitimi Birliği [ITEA], 2000).

Mühendislik tasarımı, K-12 eğitiminde bütüncül STEM eğitimini uygulamak için yararlı bir öğretim stratejisidir (Crismond ve Adams, 2012). Uygun bir mühendislik tasarım faaliyeti, bilimsel, matematiksel ve teknolojik kavramları öğrenmek için anlamlı bir bağlam sağlayabilen ve böylece öğrencilerin düşünme, modelleme, test etme, değerlendirme, değiştirme sistemlerini ve öteki üst seviye düşünme yeteneklerini artıran açık uçlu, oldukça yinelenen bir süreçten oluşmalıdır (NGSS Lead States, 2013; Wendell ve Rogers, 2013).

Mühendislik tasarımı, birkaç temel çekirdek unsur içerir. Bu unsurlar sistem düşüncesi, kısıtlamaların tanınması, tahmine dayalı analiz ve optimizasyondur. Bu temel unsurlara odaklanmak, öğrencileri daha etkili mühendislik tasarım prosedürleri gerçekleştirmeye yönlendirmektedir (Fan ve Yu, 2017; NRC, 2009). Ayrıca en iyi çözümün seçilmesi, prototipin modellenmesi, test sonuçlarının değerlendirilmesi ve optimizasyon çalışmalarının en uygun çözümleri bulmak için yeniden düzenlenmesi gerekmektedir (Asunda ve Hill, 2007).

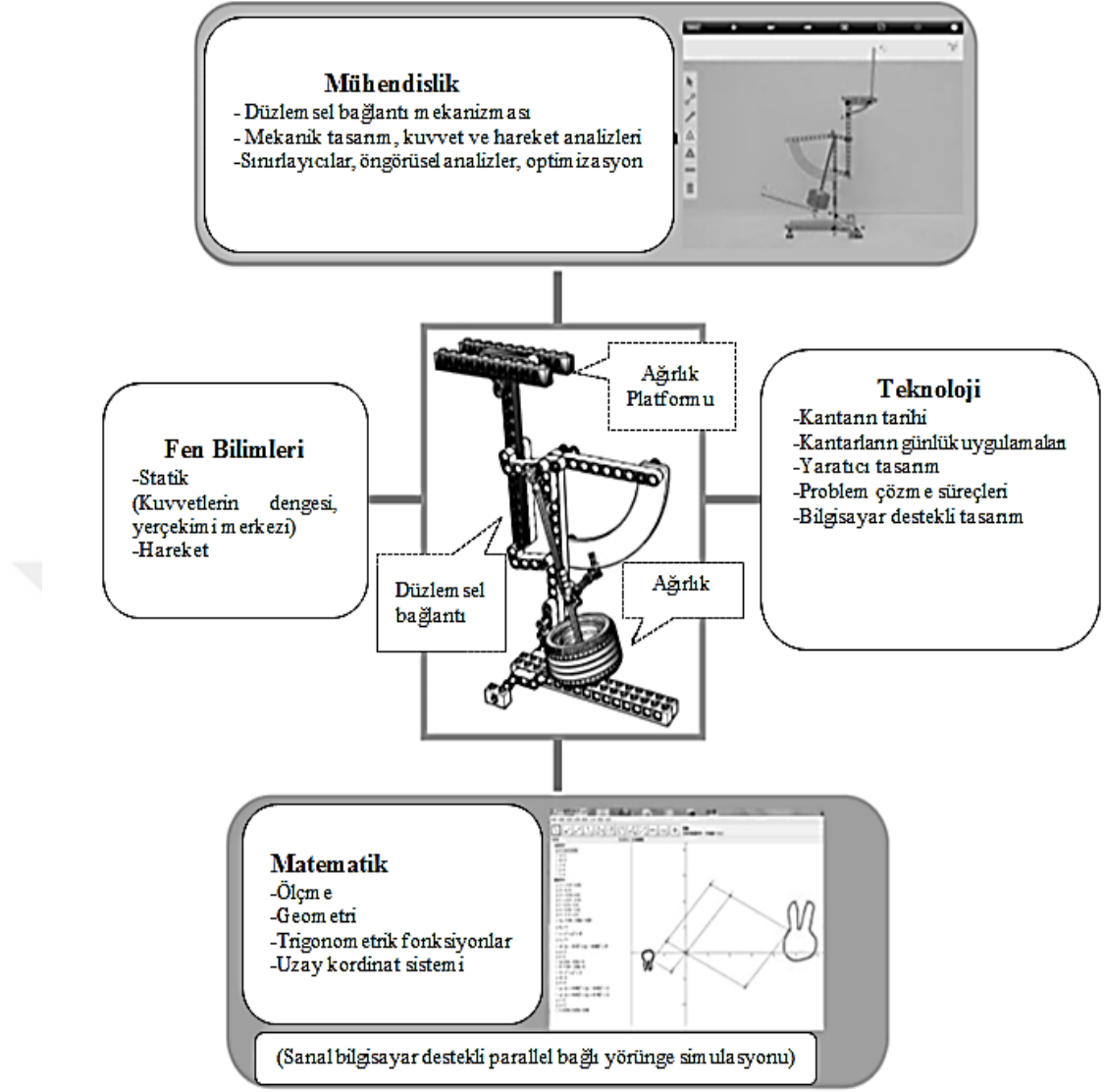
Mühendislik tasarımında STEM bilgisi kavramsal ve prosedürel bilgi etrafında şekillenmektedir. Bunlardan kavramsal bilgi, geniş kavramların anlaşılmasını ve çeşitli uygulamalarının tanınmasını içerir (ör.bilimsel ilkeler, matematiksel formüller ve mekanizmalar). Prosedürel bilgi ise, problem çözme, modelleme, tahmine dayalı analiz ve optimizasyon gibi tasarım süreci ile ilgili gerekli bilgi ve düşünme becerileridir. Mühendislik tasarımı, üst seviye düşünme becerileri, prosedürel bilgi, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerinin bir birleşimi olarak tanımlanabilir (Fan ve Yu, 2017). Bu üst seviye düşünme becerileri, STEM bilgisinin bütünleştirilmesinde önemli bir rol oynayan temel mantıksal düşünme becerileriyle ilgilidir. Kavramsal ve prosedürel bilgi

ve üst düzey düşünme becerileri, tasarım ve problem çözme süreçleri sırasında tamamlayıcıdır (Schneider, Rittle-Johnson ve Star, 2011).

Mühendislik problemlerini çözmek için, öğrencilerin kısıtlamaları belirleyebilmeleri, verileri ve bilgileri toplayabilmeleri ve analiz edebilmeleri, uygulanabilir bilgileri belirleyebilmeleri ve olası çözümleri üretebilmeleri ve daha sonra en iyi çözümü uygulamak için dikkatlice düşünülmüş ve gerekçeli eylemler geliştirebilmeleri gerekmektedir (Fan ve Yu, 2017). Bu nedenle mühendislik tasarımında yorumlama ve argüman değerlendirmesi gibi üst düzey düşünme becerileri gereklidir (Yeh, 2003). Şekil 1.4'te Fan ve Yu'nun (2017) mühendislik tasarımında STEM alanlarına ilişkin örnek kavramsal bilgi modellemesi yer almaktadır. Bu model bir oyuncak mekanizması tasarlamada (Bkz. Şekil 1.3) STEM'in dört temel disiplinindeki hangi kavramsal bilgilerin kullanılacağını göstermektedir.



Şekil 1.3. Oyuncak mekanizması örneği (Fan ve Yu, 2017)

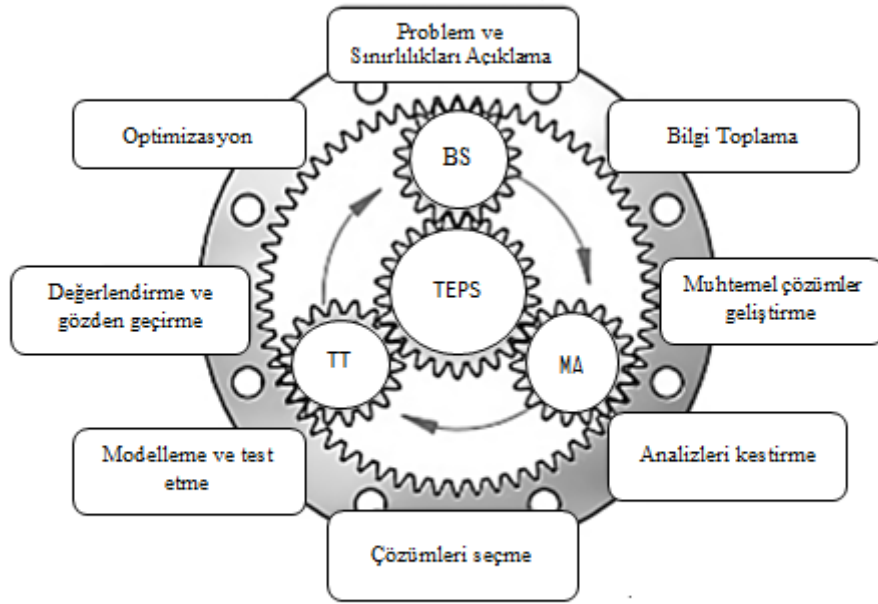


Şekil 1.4. STEM kavramsal bilgi modellemesi (Fan ve Yu, 2017).

Mühendislik tasarım uygulaması, K-12 öğrencilerinin STEM öğrenimine ilgi duyması için önemli bir yaklaşım haline gelmiştir (Bybee, 2013; NGSS Lead States, 2013). Mühendislik tasarımı, çocukların bilimsel kavramları keşfetmesini temel alan ve fen bilimleri öğrenimlerini destekleyici bağlam olduğu ileri sürülmektedir (Barrett vd., 2014; Wendell ve Rogers, 2013). Mühendislik tasarım uygulaması, öğrencilere disiplinlerarası entegre bilgi uygulamaları ve üst düzey düşünme yeteneklerini geliştirmeye yönelecekleri gerçek bir bağlam sağlar (Householder ve Hailey, 2012).

Mühendislik tasarımı, çeşitli olası çözümleri geliştiren ve belirli gereksinimleri karşılayacak optimizasyonları konfigüre eden kararlı, sistematik, yinelemeli ve yaratıcı

bir yaklaşımdır (Fan ve Yu, 2017; Fan, Yu ve Lou, 2017; NRC, 2009; Zhou vd., 2017). Mühendislik tasarımı, farklı eğitim düzeylerinde bütünleştirici STEM eğitimi uygulamak için etkili bir öğretim yaklaşımı olarak kullanılmaktadır (Crismond ve Adams, 2012; English ve King, 2015). K-12 seviyesinde, mühendislik tasarım uygulaması anlamlı bir öğrenme süreci olabilir; bu sayede öğrenciler, kriterleri ve kısıtlamaları belirleyerek, kabul edilebilir çözümler üretirken ve değerlendirerek, prototipler inşa ederek ve test ederek ve en iyi çözümü optimize ederek problemleri tanımlamayı öğrenebilirler (NGSS Lead States, 2013). Fan ve Yu'nun (2016) mühendislik tasarımı yoluyla STEM anlayışını geliştirdiği modeli Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



BS: Bilimsel Sorgulama, MA: Matematiksel Analiz, TT: Teknolojik Teknikler, TEPS: Teknoloji ve Mühendislik Problem Durumu

Şekil 1.5. Mühendislik tasarımı yoluyla STEM anlayışını geliştirme modeli

Mentzer (2011) mühendislik tasarımının altı kritik unsurunu tanımlamıştır; bunlar arasında problem tanımı, çözüm geliştirme, analiz / modelleme, deney, karar verme ve takım çalışması yer alır. Burghardt ve Hacker (2004) mühendislik tasarım süreçlerinde öğrencilerin ilgisini çekmek için bilinçli bir tasarım döngüsüne dikkat çekti; tasarım belirtilerini ve kısıtlamalarını netleştirmeyi; sorunu araştırmayı ve soruşturmayı; alternatif tasarımlar üretmeyi; en uygun tasarımı seçmeyi ve haklı çıkarmayı; bir

prototip geliştirmeyi; tasarım çözümlünü test etmeyi ve değerlendirmeyi; çözümlü değişikliklerle yeniden tasarlamayı; ve başarıları iletmeyi içerir.

Householder ve Hailey (2012) bir mühendislik tasarım döngüsünün dokuz adımdan oluştuğuna dikkat çekmiştir: ihtiyaç veya problemi belirlemek; ihtiyaç ya da problemi araştırmak; olası çözümler geliştirmek; mümkün olan en iyi çözümlü seçmek; bir prototip inşa etmek; çözümlü test etmek ve değerlendirmek; çözümlü iletmek; yeniden tasarlamak; ve tasarıma son şeklini vermek.

STEM'in anlamlı entegrasyonu için gerçek dünya problemlerini kapsayan aktif öğrenme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, dört disiplinin STEM ile bütünleşmiş yaklaşımlarla eşit şekilde temsil edilmesinin zor olduğuna dikkat çekilmektedir (English, 2016). Genel olarak, bir STEM disiplinin baskın rolü vardır ve diğer derslerden kavramların dahil edilmesi, hedeflenen disiplinde öğrenmeyi destekler veya derinleştirir. Ayrıca, disiplinler arası kavramları birleştirmek, farklı konu alanlarındaki öğrenme içeriğine aşına olan öğrenciler için zordur. Bu nedenle, dört disiplinin öğrenci sonuçlarını iyileştirecek şekilde birbirine bağlayan başarılı yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Honey vd., 2014). Bunu yapmanın bir yolu, matematiği, fen bilimlerini ve teknoloji kavramlarını somutlaştırarak, gerçek dünya bağlamına yerleştiren mühendislik deneyimleridir.

Mühendislik tasarımı, mühendislerin tasarım ve yapım süreci boyunca STEM kavramlarını uyarlamasını ve böylece kavramsal uyumu sağlamasını gerektirir (Walkington, Nathan, Wolfgram, Alibali, ve Srisurichan, 2011). Eğitimde modelleme temelli mühendislik tasarımına, STEM disiplinlerini bağlamanın bir yolu olarak daha yakın bir zamanda ilgi duyulmaya başlanmıştır (Lucas vd., 2014). Mühendislik tasarımının amacı genellikle yenilenebilir bir tasarım, test ve yeniden tasarım süreci olmasına rağmen hiç kimse doğru yöntem veya prosedür ile uygulanabilir bir model üretememektir. Bu nedenle, mühendislik tasarımı, bilimsel ilkeleri anlamaya odaklanabilir veya odaklanmayabilir (King ve English, 2016; King ve English, 2017).

1.2.6. Yurt İçi ve Yurt Dışı İlgili Araştırmalar

Bu bölümde ilgili alan yazında yer alan yurtiçi ve yurtdışı STEM çalışmalarının veri tabanları kapsamlı bir şekilde taranarak incelenmesi sonucu ortaya çıkan bilgileri yer almaktadır. Bu çalışmalar veri tabanlarında yer alan dergiler taranarak incelenmiştir.



Tablo 1.1. STEM'e Yönelik Yapılan Yurtiçi Araştırmalar

Araştırmacı	Amaç	Yöntem	Çalışma grubu	Sonuç
Yıldırım (2019)	Fen Bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına ilişkin görüşlerini araştırmak.	Durum çalışması	3. sınıf 17 öğretmen adayı.	STEM uygulamalarında Biyomimikri uygulamalarına yönelik öğretmen adaylarının olumlu görüşe sahip olduklarını ve bu tür çalışmaları derslerinde kullanmayı düşündüklerini ortaya koymuşlardır.
Gelen, Akçay ,Tiryaki ve Benek (2019)	Friday enstitüsü tarafından 2012 yılında geliştirilen STEM'e yönelik öz yeterlilik ve tutum ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması.	Tarama çalışması	3.ve 4. Sınıf 392 fen bilimleri öğretmen adayı.	Ölçeğin Türkçeye uyarlanmış biçiminin 2 boyutlu,12 madde ve güvenilirlik katsayısının .80 olduğu tespit edilmiştir.
Kızılay, Yamak ve Kavak (2019)	Lise öğrencilerinin üniversite eğitimlerinde STEM kariyeriyle ilişkili bir bölümü seçip seçmeme durumları ve bunun cinsiyet, sınıf düzeyi ve okul tipiyle ilişkisini incelemek.	Tarama çalışması	Kayseri ilindeki 5 okuldan toplam 2129 öğrenci.	Öğrencilerin cinsiyeti, sınıf düzeyi ve okul tipleri ile STEM'le ilgili kariyer düşünülen bölümler arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.
Deveci (2019)	Fen bilimleri öğretmen adaylarının yaşam becerileri üzerine STEM'de girişimcilik projelerinin etkisini incelemek.	Fenomenolojik Araştırma	4. sınıf, 30 fen bilimleri öğretmen adayı	Öğretmen adaylarının bazıları yaratıcılık, problem çözme, risk alma, analitik düşünme gibi becerilerde olumlu yansımaları olduğu buna karşın bazı öğretmen adaylarında ise takım çalışması becerisine yönelik olumsuz yansımalarla yol açtığı anlaşılmıştır.
B. Altan, Üçüncüoğlu ve Zileli (2019)	Ortakul öğrencilerinin STEM alanları kariyer farkındalıklarını araştırmak.	Keşfedici araştırma	8. sınıf, 92 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin STEM'e karşı ilgi duydukları fakat, çok az sayıda öğrencinin STEM kariyerine yönelmek istediği tespit edilmiştir.
Ozan ve U. Sağır (2019)	Fen bilimleri derslerinde kullanılmak üzere etkinlikler hazırlama ve bunların öğrenciler tarafından değerlendirilmesidir.	Örnek olay	5. sınıf, 10 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin böyle etkinliklerin tüm fen konularına uygulanması yönünde olumlu görüş bildirdikleri belirlenmiştir.
Uğraş (2019)	Probleme dayalı STEM aktivitelerinin 8. Sınıf öğrencilerinin STEM meslek ilgileri, STEM tutumları ve öz yeterlilik beklentileri üzerine etkisini araştırmak	Ön test-son test tek gruplu deneysel çalışma ve durum çalışması	8.sınıftan 48 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin STEM meslek ilgileri, STEM tutumları ve öz yeterlilik beklentileri arasında uygulama sonrası anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır.
Biçer, Uzoğlu ve Bozdoğan (2019)	Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM'e ilişkin görüşlerinin bazı değişkenler bakımından incelenmesi.	Tarama çalışması	Kayseri ilindeki 150 fen bilimleri öğretmeni	Öğretmenlerin STEM'e ilişkin görüşlerinin cinsiyet, öğrenim düzeyi ve eğitim seviyesi değişkenleri bakımından anlamlı bir farklılık göstermediği bununla birlikte hizmet süresi bakımından deneyimli öğretmenlerin diğerlerine göre daha olumlu yönde görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir.
Ergün ve Balçın (2019)	Probleme temelli uygulamaların STEM'de akademik başarıya etkisini incelemek.	Ön test-son test tek gruplu deneysel çalışma	Bitlis ili Adilcevaz ilçesindeki bir ortaokulun 6. sınıfından 19 öğrenci.	Probleme dayalı öğrenme uygulamalarının öğrenci başarısını artırmada oldukça etkili bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1.2. STEM'e Yönelik Yapılan Yurtdışı Araştırmalar

Araştırmacı (lar)	Amaç	Yöntem	Çalışma grubu	Sonuç
Guzey, Ring-Whalen, Harwel ve Peralta (2019)	Fen bilimleri öğretmenlerinin tasarım odaklı uygulamaları yapabilmeleri ve bunun öğrenci başarısına yansımalarının incelenmesi.	Karma Yöntem Araştırması	1 öğretmen ve 330 ortaokul öğrencisi	Sınıflarda fen bilimleri öğretiminde tasarım temelli uygulamaların kullanılması, öğrencilerin fen bilimlerinde çok daha başarılı ve ilgili olmalarını sağlamıştır.
Harris, (2019)	Mühendislik tasarımı uygulamalarının öğrencilerin STEM tutumlarına etkisinin incelenmesi.	Deneyisel çalışma	37 ortaokul öğrencisi	Öğrenciler uygulamalar sonucunda STEM'e karşı olumlu yönde tutum geliştirirken buna karşın kariyer tercihi olarak önemli bir ilgi duymadıkları belirlenmiştir.
Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore (2017)	Tasarım temelli entegrasyonun öğrencilerin fen bilimleri, matematik ve mühendislikteki başarılarına etkisinin araştırılması	Deneyisel çalışma	59 öğretmen ve 4450 ortaokul öğrencisi	Tasarım temelli öğrenme, öğrencilerin fen bilimleri başarısında çok düzeyli analizlerde anlamlı bir farklılığa yol açmamıştır.
Khanlari (2016)	Öğretmenlerin öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerileri üzerine robotik çalışmaların etkisine ilişkin görüşlerinin incelenmesi.	Durum çalışması	11 öğretmen	Öğretmenler, öğrencilerin yaşam boyu öğrenme becerileri üzerinde robotik çalışmaların olumlu etkiye sahip olduğuna ilişkin görüşe sahip oldukları belirlenmiştir.
Zhou vd., 2017	Ortaokul öğrencilerinin mühendislik tasarım süreçleri anlayışları üzerine Oyuncak tasarım aktivitelerinin etkisini incelemek.	Karma Yöntem	24 ortaokul öğrencisi	Öğrencilerin mühendislik tasarımı özyeterlilik inançlarında önemli bir artış sağlanmıştır.
Cavlaçoğlu ve Stuessy (2017)	Öğretmenlerin deprem mühendisliği ve alan özel kavramlarla entegre edilmiş bir mesleki gelişim deneyiminden sonra STEM öğretimindeki kavramsal değişimlerin araştırılması.	Tek gruplu Öntest-sontest araştırma tasarımı	14 fen bilimleri öğretmeni	Öğretmenlerin deprem mühendisliği anlayışları ve fen bilimlerine özel bu alandaki kavramlar üzerinde daha doğru bağlantılar kurmaları konusunda önemli gelişim gösterdikleri belirlenmiştir.
Fan ve Yu (2017)	Mühendislik tasarımıyla bütünleştirilmiş bir STEM yaklaşımı uygulamasının etkilerinin incelenmesi.	Yarı deneyisel çalışma	171 öğrenci(DG) 161 öğrenci(KG)	Kavramsal bilgi alanları başarıları ve üst düzey düşünme becerileri konusunda deney grubu lehine anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.
King ve English (2016)	Ortaokul öğrencilerinin bir mühendislik tasarımı modeli kullanarak bir optik aleti hazırlamaları yoluyla STEM öğrenmelerinin incelenmesi.	Nitel araştırma	24 ortaokul öğrencisi	İşbirlikli çalışmalar yoluyla öğrencilerin STEM kavramlarını modeli tasarlarken kullanabildiklerini ve bu tür bir tasarım uygulamasının STEM kavramlarını ilerletmek için faydalı olduğunu ortaya koymuştur.
Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkieki (2017)	Ortaokul öğrencilerinin STEM'e karşı ilgilerine mühendislik tasarımı yoluyla öğrenmenin etkisini incelenmesi.	Tek grup deneyisel tasarım	242 ortaokul öğrencisi	Öğrenciler mühendislik tasarımı programına katıldıktan sonra STEM konularına ve kariyerine karşı ilgi puanlarında önemli artış olmuştur.

Tablo 1.1.'de 2019 yılında STEM eğitime yönelik fen bilimleri alanında Türkiye'de yapılan araştırmaların özetleri yer almaktadır. Bu araştırmalar, Türkiye'nin çeşitli üniversiteleri ve ortaokullarındaki STEM eğitime yönelik en son çalışmaları içermektedir. Araştırmalar incelendiğinde büyük oranda araştırmaların amacının STEM eğitime yönelik öğretmen ve öğrencilerin ilgiğini, tutumları ve görüşlerini incelemeyi kapsadığı, bununla birlikte çok az sayıda çalışmanın ise STEM eğitimini geliştirmeye yönelik deneysel çalışmaları kapsadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 1.2'de tasarım temelli STEM eğitime yönelik fen bilimleri alanında yurtdışında yapılan araştırmaların özetleri yer almaktadır. Bu araştırmalar incelendiğinde tamamına yakının öğretmen, öğretmen adayı ve ortaokul öğrencileri üzerine deneysel çalışmaları içerdığı anlaşılmaktadır. Özellikle mühendislik tasarımın entegre edildiği fen bilimleri konu içeriklerinin öne çıktığı görülmektedir. Çalışmaların sonuçları incelendiğinde tasarıma dayalı öğrenme uygulamalarının STEM alanları bilgi düzeyi, STEM kariyeri, öğrenme ve öğretme özyeterliliği, üst düzey düşünme becerileri gelişimine önemli katkı sağladığını göstermektedir.

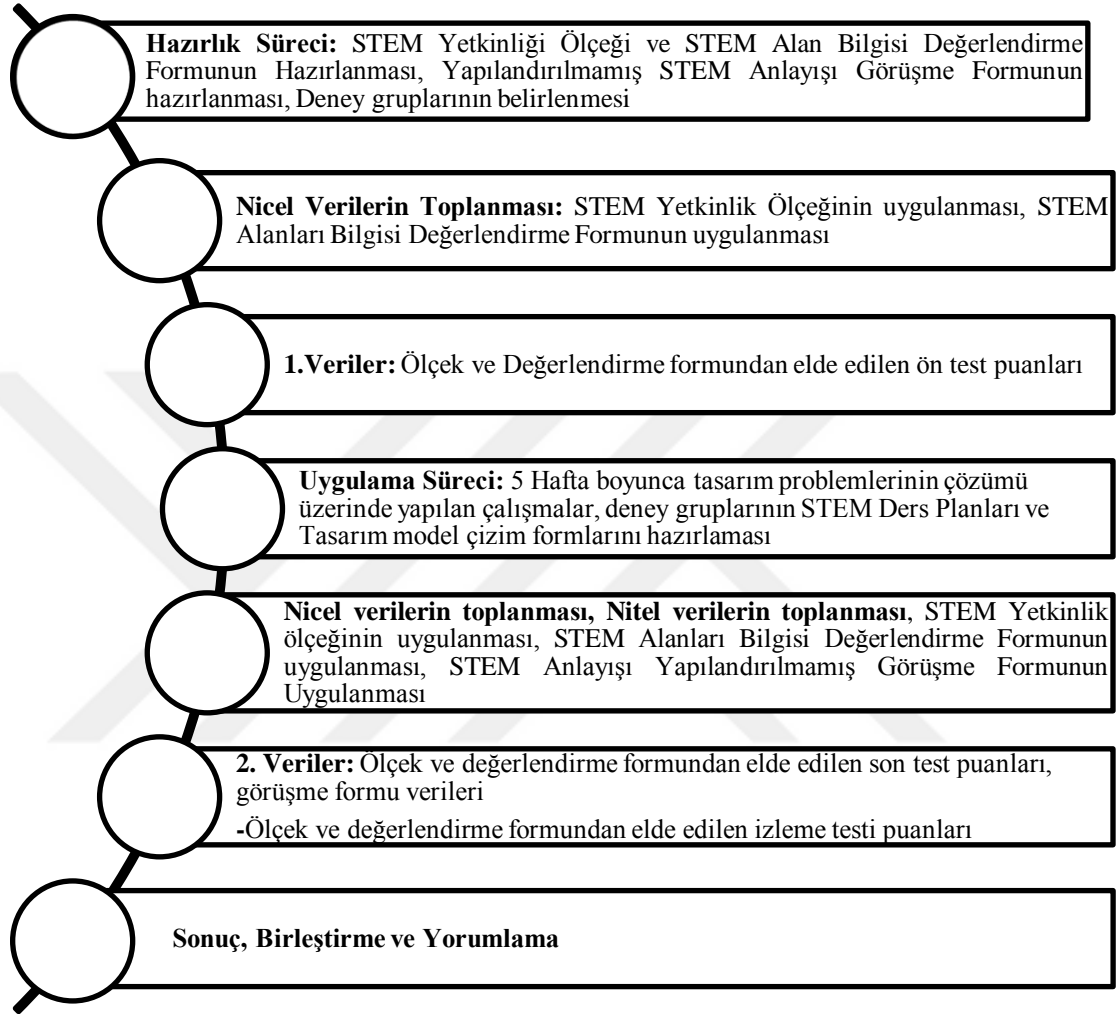
2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, örnekleme, veri toplama araçları, uygulama süreci, verilerin analizi ile geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarına ilişkin açıklamalar yer almaktadır.

2.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye tasarım temelli öğrenme yaklaşımının etkisini tespit etmek amacıyla nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırma modeli esas alınmıştır. Bu çalışmada karma araştırma modelinin bir deseni olarak Creswell'in (2003) açıklayıcı sıralı desen tasarımı uygulanmıştır. Bu desen, nitel verilerin nicel verileri desteklemesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu desende öncelikle nicel veriler, sonrasında ise nitel veriler toplanır. Sosyal bilimler alanında yapılan çalışmalarda çoğu zaman kullanılan araştırma yöntemlerinin kesiştikleri ve bir arada kullanıldıkları görülmektedir. Nicel yöntemlerle çalışmada sayısal veriler toplanırken nitel çalışmada ise alternatif bakış açıları ve yorumlarla bu iki araştırma yönteminin birbirini tamamlamasıyla bu yöntemlerin güçlü taraflarını alınarak birbirlerini desteklemesi sağlanır (Creswell ve Clark, 2007; Şimşek, 2012). Karma yöntem çalışmaları, anket ve görüşmeler içeren çoklu veri kaynakları geçerliliği sağlamak için kullanılır (Lincoln ve Guba, 2000). Karma yöntemde nicel ve nitel yöntemler sırayla yada aynı zaman içerisinde kullanılarak veriler toplanabilir (Fırat, Kabakçı Yurdakul ve Ersoy, 2014). Bu çalışmada ilk önce nicel araştırma metodu kullanılarak sonuçlar elde edilmiş, sonrasında nitel verilerle desteklenmesi amaçlanmıştır. Çoklu metod kullanımı, çalışmacının çalıştığı olgu hakkında sağlam ve içerik olarak doyurucu veriler geliştirmesini sağlar. Ayrıca araştırma problemine birden fazla veri kaynağından bakma imkanı sağlamaktadır (Böke, 2011; Johnson ve Turner, 2003). Pragmatist paradigma benimseyen çalışmacılar, araştırma probleminin çoklu veri toplama yöntemleri ile çözümünün önemli olduğunu belirtmektedirler (Teddlie ve Tashakkori, 2015; Punch, 2005). Bu bağlamda çalışmada ilk olarak fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarına tasarım temelli öğrenme uygulamalarının etkisini belirlemek amacıyla bir deneysel çalışma yürütülmüştür. Ardından da öğretmen

adaylarının STEM anlayışlarındaki değişimi tanımlamak için görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma için kullanılan karma yöntemlerden açılımlayıcı sıralı desen tasarımına ilişkin model Şekil 2.1’de sunulmuştur.



Şekil 2.1. Araştırmanın karma yöntem açılımlayıcı sıralı desen tasarım modeli

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desende değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisi test edilir. Yine deneysel çalışmalarda bağımsız değişken manipüle edilir ve deneysel çalışmaya katılan örnekleme ait bağımlı değişkenin en az iki ölçümü karşılaştırılır (Büyüköztürk vd., 2010). Tek grup öntest-sontest-izleme testi deneysel desende yürütülen bu çalışmada, tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarına etkisi tek bir grup üzerine yapılan deneyle incelenmiştir. Deneysel

tasarıma ait model Tablo 2.1.'de gösterilmiştir. Araştırmada nitel araştırma deseni olarak ise durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışmasının en temel özelliği bir yada birkaç durumun derinlemesine incelenmesidir (Şimşek ve Yıldırım, 2011). Bu araştırmada da tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışları gelişimini nasıl etkilediği üzerine odaklanılmıştır. Karma yöntem araştırmasıyla hem nicel hemde nitel veriler tek bir çalışma içerisinde toplanıldı ve sonrasında analiz edildi (Creswell, 2003).

Tablo 2.1. Çalışmanın Tek Grup Öntest-Sontest Deneysel Tasarım Modeli

Grup	Ön Test	Uygulanan İşlem	Son Test		İzleme Testi
	1.adım	2.adım	3.adım	4.adım	5.adım
Fen Bilimleri Öğretmen Adayları (n =36)	STEM Yetkinlik Ölçeği	Tasarım Temelli Öğrenme Yaklaşımı	STEM Yetkinlik Ölçeği	STEM Anlayışı Görüşme Formu	STEM Yetkinlik Ölçeği
	STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu		STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu		STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu

Araştırmada tasarım temelli öğrenme yaklaşımının uygulandığı fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarındaki kavramsal bilgileri ve STEM yeterliliklerine ilişkin değişimleri belirleyebilmek için çalışma öncesi ve sonrasında STEM Yetkinlik Ölçeği, STEM ve STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu uygulanmıştır. Araştırmanın niteli veri kaynağı olarak uygulama sonrasında fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılandırılmamış görüşme yapılmıştır. Bu çalışmanın nitel boyutunda, görüşme formu fen bilimleri öğretmen adaylarının nicel verilerini desteklemek ve STEM anlayışlarındaki değişimi daha derinlemesine keşfetmek amacıyla uygulanmıştır.

2.2. Araştırmanın Örneklemi

Bu araştırmanın örnekleme 2016-2017 eğitim-öğretim yılının bahar yarıyılında Kafkas Üniversitesi Dede Korkut Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Öğretmenliği Programı 3.sınıfta öğrenim gören 36 aday öğretmeni içermektedir. Araştırmada amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabılır örnekleme yöntemi seçilmiştir (Şimşek ve Yıldırım,

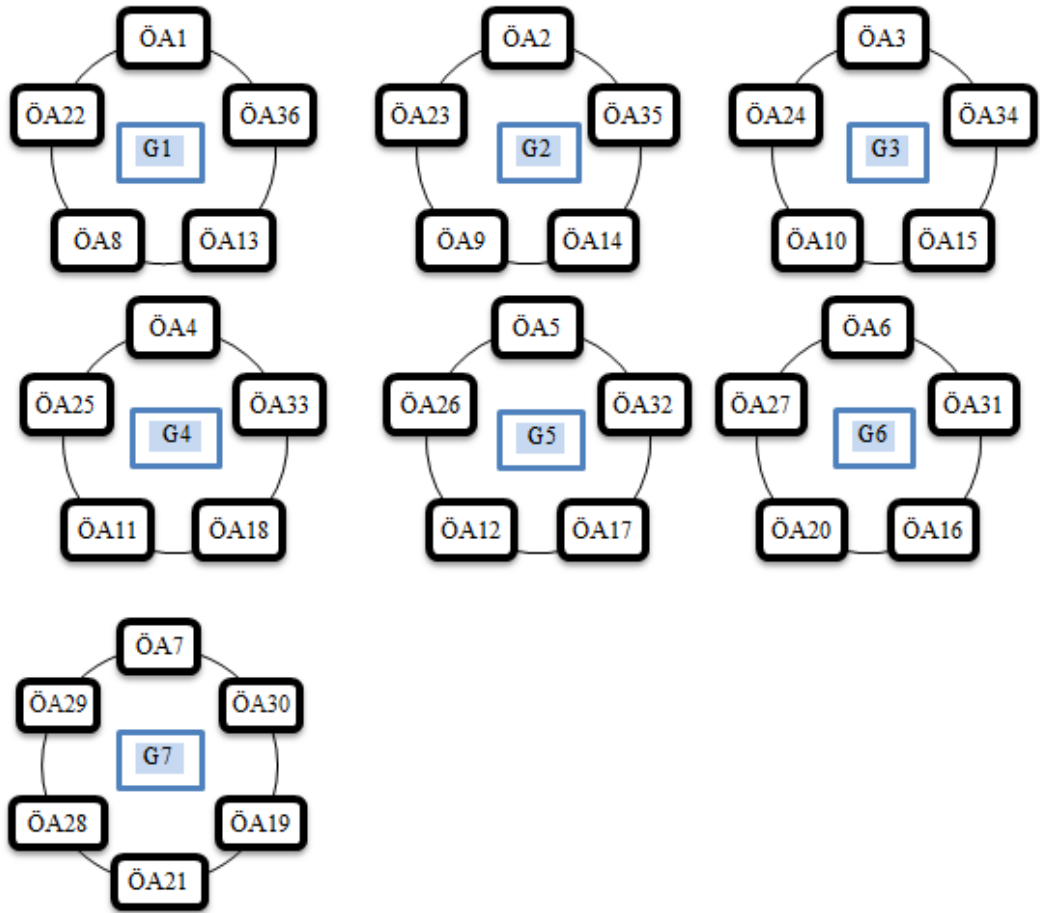
2011). Bu bağlamda, çalışma araştırmacının tez danışmanlığını yürüten öğretim elemanının 2017-2018 bahar dönemi lisans programı derslerinden Özel Öğretim Yöntemleri I dersini alan öğretmen adaylarıyla yürütülmüştür. Çalışmaya 22 bayan, 14 erkek fen bilimleri öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın örneklemine ait bilgiler Tablo 2.2’te gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Örnekleme oluşturan fen bilimleri öğretmen adaylarının bilgileri

Adayın Kodu	Cinsiyet	Akademik Başarı	Tasarım ve Mühendislik İlgisi	STEM Bilgisi
ÖA1	Bayan	2.28	Yok	Yz
ÖA2	Erkek	2.30	Var	Yz
ÖA3	Bayan	2.34	Yok	Yz
ÖA4	Bayan	2.35	Yok	Yz
ÖA5	Bayan	2.35	Çok Az	Yz
ÖA6	Erkek	2.38	Yok	Yz
ÖA7	Bayan	2.38	Yok	Yz
ÖA8	Erkek	2.42	Yok	Yz
ÖA9	Bayan	2.45	Yok	Yz
ÖA10	Bayan	2.50	Yok	Yz
ÖA11	Bayan	2.53	Var	Yz
ÖA12	Bayan	2.58	Yok	Yz
ÖA13	Erkek	2.62	Çok Az	KYt
ÖA14	Bayan	2.68	Yok	Yz
ÖA15	Erkek	2.72	Var	Yz
ÖA16	Bayan	2.74	Yok	KYt
ÖA17	Erkek	2.77	Var	Yz
ÖA18	Erkek	2.81	Var	KYt
ÖA19	Bayan	2.86	Var	Yz
ÖA20	Bayan	2.89	Çoz az	Yz
ÖA21	Erkek	2.90	Var	Yz
ÖA22	Bayan	2.95	Yok	KYt
ÖA23	Bayan	2.96	Yok	Yt
ÖA24	Bayan	2.99	Var	Yz
ÖA25	Erkek	3.02	Var	Yt
ÖA26	Bayan	3.18	Yok	KYt
ÖA27	Erkek	3.24	Yok	KYt
ÖA28	Bayan	3.25	Yok	Yz
ÖA29	Erkek	3.28	Var	Yz
ÖA30	Bayan	3.35	Yok	Yt
ÖA31	Bayan	3.40	Var	Yz
ÖA32	Erkek	3.44	Var	Yt
ÖA33	Bayan	3.48	Yok	Yz
ÖA34	Erkek	3.59	Var	Yt
ÖA35	Erkek	3.60	Var	Yt
ÖA36	Bayan	3.67	Var	Yt

*Yt:Yeterli, KYt: Kısmen Yeterli, Yz: Yetersiz

Toplam 36, 3. Sınıf fen bilimleri öğretmen adayının katıldığı bu araştırmada, uygulama süreçleri için takım halinde çalışacak heterojen gruplar oluşturulmuştur. Gruplar belirlenirken örneklem grubundakilerin hem akademik başarıları hemde tasarım ve mühendislikle ilgili konulara yaklaşımları göz önüne alınarak dengeli grupların oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Toplam 7 tasarım temelli öğrenme grubu oluşturulmuştur. Bu gruplardan sadece birisi 6 diğer gruplar ise 5'er kişiden oluşmuştur. Ayrıca gruplardaki kız ve erkek öğrenci dağılımlarının dengeli olmasında dikkat edilmiştir. Bu bağlamda toplamda 7 gruptan, 6'sının her birinde 3 bayan, 2 erkek, sadece tek bir grupta 4 bayan 2 erkek öğretmen adayı yer almıştır. Tasarım temelli heterojen öğrenme gruplarının dağılımı Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Tasarım temelli heterojen öğrenme gruplarının dağılımı

2.3. Uygulama Süreci

Çalışmanın deneysel uygulaması, 2016-2017 eğitim-öğretim dönemi bahar yarıyılında Kafkas Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Öğretmenliği 3. sınıf lisans programı derslerinden “Özel Öğretim Yöntemleri I” dersinin 2 saatlik uygulama bölümünde 7 haftalık bir periyotta yürütülmüştür. Çalışmanın ilk haftasında fen bilimleri öğretmen adayları arasında tasarım temelli öğrenme grupları oluşturulmuştur. Toplam 36 öğretmen adayının katıldığı bu çalışmada, 6 heterojen grup 5 kişi, tek bir grup ise 6 kişiden oluşmuştur. Bu grupların dengeli olması için öğretmen adaylarının 5. dönem sonu okul ortalamaları dikkate alınarak dağılım yapılmıştır. Uygulama sürecinin ilk iki haftası tasarım temelli öğrenmeye ilişkin kuramsal açıklamalar, YouTube kaynaklı tasarım videoların seyredilmesi ve STEM temelli planlama formlarının incelenmesini içermektedir. STEM temelli planlama formları, öğretmen adaylarının uygulamalar boyunca her bir tasarım aktivitesi sürecine rehberlik yapmıştır. Bu kapsamda bu planlar her bir grup tarafından uygulama öncesinde hazırlanmıştır. Tasarım temelli gruplar uygulamaya ilişkin fikirlerini bu plan içerisinde dört aşamalı olarak oluşturmuşlardır. Bunlar;

- ✓ Etkinlik ile ilgili fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, matematik ve 21.yy becerilerine ilişkin kazanımlar
- ✓ STEM alanlarını ilgilendiren fikirler, hesaplamalar ve açıklamalar
- ✓ Etkinlik tasarım döngüsü (Tasarım basamakları ve çizimler)

Tasarım temelli öğrenme gruplarının uygulamalar boyunca kullandığı STEM temelli ders planlama formu Ek 3’de verilmiştir. Bu form, *İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Öğretmeni Sertifika Programında* uygulanan ders planı şablonunu içermektedir. Çalışmanın bağımsız değişkeni tasarım temelli öğrenme etkinlikleridir. Çalışma sürecinde, fen bilimlerinden belirli ünitelerdeki hedef ve kazanımlar dikkate alınarak, hazırlanan 5 tasarım temelli öğrenme aktivitesi kullanılmıştır (Bkz. Tablo 2.3). Tasarım temelli öğrenme aktivitelerinin her biri gerçek yaşamdan bir problem durumunun çözümünü içermektedir (Bkz. Ek 1). Tasarım temelli öğrenme grupları, çalışmanın 3. haftasından itibaren her hafta bir problem senaryosu olmak üzere toplam 5 problem senaryosunun tasarım temelli çözümleri üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacı tarafından bir sonraki haftanın problem senaryosu uygulamanın bittiği ders saati sonunda öğrenme

gruplarına dağıtılmıştır. Tasarım temelli öğrenme grupları uygulama dersine kadar çalışmaya ilk olarak problemi tanımlama aşamasıyla başlamışlardır. Araştırma grupları STEM aktivite planlarını hazırlarken, konuyu öncelikle fen bilimleri ile ilişkilendirme ve kazanımlarının tespit edilmesi aşamasıyla işe başlamışlardır. Sonrasında sürece problemi çözmek için konunun matematik, mühendislik ve teknoloji ilişkisi ve kazanımlarının belirlenmesiyle devam etmişlerdir. Araştırma gruplarının fen bilimleri programında yer alan kazanımlara bağlı olarak kendi STEM ders planlarını hazırlamaları istenmiştir. Ancak gruplar bu planlarını hazırlarken standart programda yer alan kazanımların dışına çıkabilmişlerdir. Özellikle bu durum fen bilimleri konularının birbiriyle olan yoğun ilişkisi düşünüldüğüne esnek davranılması gerektiğini göstermiştir. Sonrasında STEM disiplinleriyle ilişkilendirme araştırması, materyal seçimi, güncel hayattan problemin içeriğine uygun tasarımların video ve resimlerin toplanması, tasarım prototiplerine ilişkin çizimler ve STEM temelli aktivite planlarını oluşturma aşamalarıyla sürdürülmüştür (Bkz. Ek 3).

Çalışma grupları uygulama saatine hafta boyunca hazırladıkları tüm doküman ve materyallerini getirmişlerdir. İki saatlik uygulama boyunca problemi çözen tasarımları ortaya çıkarmak için gruplar halinde çalışmışlardır. Gruplar bu uygulama sürelerini iki aşamada tamamlamışlardır. İlk aşamada tüm gruplar uygulama öncesi hazırladıkları STEM aktivite planlarını, prototip modellerine ilişkin çizimlerini, kullanılacak materyaller ve özellikleri, fen bilimleri ile kavramsal ilişkisi, modelin matematiksel hesaplamaları ve tasarımın teknolojiye uyumlu hale getirilmesi konularında tartışmalar ve doküman incelemelerini yapmışlardır. İkinci aşamada araştırma grupları prototip model çizimleri ve hesaplamaları dikkate alarak tasarımlarını ortaya çıkarmışlardır. Araştırmacının bu süreçler boyunca rolü daha çok öğrencilerin STEM alanlarından bilgilerini aktiviteleriyle birleştirmelerine yardım etmek ve takımlar içerisinde her bir öğrencinin uyumlu çalışmasını sağlamaktır. Uygulama süreci bittiğinde her grup sırasıyla problemin çözümü için geliştirdikleri tasarımları diğer gruplara sunmuşlardır. Bu süreç içerisinde her bir grup diğer gruplardan gelen soruları da cevaplamışlardır. Aynı zamanda tasarımı sunan grubun diğer gruplar tarafından değerlendirilmesi yapılmıştır. Tasarım temelli öğrenme grupları bu değerlendirmeleri bir problem çözme ve tasarımı değerlendirme rubriği kullanarak yapmışlardır (Bkz. Ek 2). En son aşamada ise her bir tasarım temelli öğrenme grubu uygulama bitiminin ardından son şeklini

verdikleri haftalık STEM aktivite planlarını araştırmacıya teslim etmişlerdir. Tasarım temelli öğrenme gruplarının problem çözme aşamaları Tablo 2.4’te gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Tasarım temelli öğrenme aktiviteleri ve öğrenme amaçları

Tasarım Aktivitesi Adı	Öğrenme Amacı
1-Yenilenebilir Enerji	Kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üreterek, ürettiği enerjiyi tasarlanan evin içine düzgün bir şekilde yerleştirmek ve enerjiyi ev içinde gerekli yerlerde kullanmak için uygun bir sistemi tasarlamak
2-Atık Depolama	Evdeki atıkları geri dönüşüme kazandırabilecek bir depolama sistemi tasarlamak.
3-Yük Asansörü	Ev ve bahçe içerisinde yükleri taşımak amacıyla bir asansör sistemi tasarlamak.
4-Süs Havuzu	Bahçeye yapılacak bir havuz için suyu basınçla belirli yüksekliklere çıkmasını sağlayacak bir sistemi tasarlamak.
5-Su kaydıracağı	Bahçeye yapılacak havuza çocukların rahatça kayabileceği yükseklik ve açılarda bir su kaydıracağı sistemi tasarlamak

(Not:Bu beş aşamalı aktiviteleri, her bir grup kendi evlerinin tasarımı olarak düşünmüş ve her hafta yapılan tasarımı diğer tasarım bölümlerine eklemiştir.)

Tablo 2.4. Tasarım Temelli Öğrenme Gruplarının Problem Çözme Aşamaları

Tasarım Problemleri	Süreç Adımı	Aktivite Amacı
Problem 1, 2, 3, 4, 5	1-Problemi tanımlama	Her grup kendi içerisinde problem senaryosunu tartışması,
	2-Problemin çözümüne ilişkin tartışmalar	Problemin çözümüne ilişkin gerekli olan bilgilerin toplanması ve gözden geçirilmesi
	3-STEM aktivite planları ve çizim dökümanlarıyla ön hazırlık	Tasarım probleminin çözümüne ilişkin toplanan bilgileri STEM aktivite planlarına işleme ve tasarıma ilişkin modelin ön çizimlerinin yapılması
	4-Tasarım için materyal seçimi	Tasarım için gerekli mekanik, elektronik ve diğer materyallerin kararlaştırılması
	5-Fen Bilimleri ilişkisi kurma	Tasarımın fen bilimleri konularıyla ilişkilendirme ve çalışma prensiplerini tespit etme
	6-Matematiksel Hesaplamalar	Tasarımın doğru çalışmasında materyallere ve modelin bütününe ilişkin hesaplamaların yapılması
	7-Mühendislik bilgisi ve tasarım çizimleri	Mühendislik prensiplerini kullanarak tasarımsal çözümlerin geliştirilmesi
	8-Teknoloji Uyumu	Tasarımı teknolojiyle bütünleştirecek sistemlere karar verme
	9-Prototipi hazırlama	Mekaniksel ve elektronik parçaları birleştirerek ilk tasarımı ortaya çıkarma ve test etme
	10-Prototipi sunma ve diğer grupların değerlendirmesi- Optimizasyon	Grupların tasarladıkları modellerin özelliklerini, STEM alanlarıyla ilişkilerini ve çalışma sistematiğini diğer gruplara sunmaları, diğer grupların değerlendirmeleri ve modeli öneriler doğrultusunda yeniden gözden geçirme
	11-STEM aktivite planları ve çizim dökümanlarının son şeklini teslim etme	STEM aktivite planları ve model çizimlerinin tasarım son biçimine uygun olarak yeniden düzenlenmesi

2. 4. Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri, 2018 yılının Mart-Mayıs aylarını kapsayacak şekilde toplam 10 haftalık bir periyotta toplanmıştır. Araştırmada nicel ve nitel veri toplama teknikleri kullanılarak veri çeşitliliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla doğrultusunda araştırmada nicel veri toplama aracı olarak, “STEM Yetkinliği Ölçeği” ve “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu”, nitel veri toplama aracı olarakta, “STEM Anlayışı Görüşme Formu” kullanılmıştır. Nicel araçlar, uygulama öncesi sonrası ve izleme olarak üç kez kullanılmıştır Nitel veri toplama aracı olan görüşme formu ise deneysel uygulama sonrasında nicel verilerin toplanmasının ardından bir kez kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının özellikleri aşağıda sunulmuştur.

STEM Yetkinlik Algısı Ölçeği

Alan yazın incelendiğinde birçok STEM tutum ölçeği geliştirme çalışmasının yer aldığı görülmektedir (Faber vd., 2013; Guzey, Harwel ve Moore, 2014; Kier, Blanchard, Osborn ve Albert, 2013; Lin ve Williams, 2015; The Friday Institute for Educational Innovation, 2012). Mevcut STEM ölçek geliştirme çalışmaları dikkate alınarak bu araştırma için yeni bir ölçek geliştirmeye karar verilmiştir. Bu kapsamda likert derecelendirmenin dışında öğretmen adaylarının yetkinlik algılarını tespit etmek amacıyla 1 (Zayıf)’den, 5 (Mükemmel)’e kadar bir puanlamaya sahip ölçek geliştirme amaçlanmıştır. Ölçek maddeleri STEM’in dört disiplinine uygun olarak o alandaki yetkinliğini tanımlayacak şekilde hazırlanmıştır. Ölçek her bir STEM disiplininden 5 madde olmak üzere toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin bütününden en düşük 20, en yüksek ise 100 puan alınabilmektedir. “STEM Yetkinliği” adı verilen ölçeğin iç tutarlılık katsayıları sırasıyla fen bilimleri .78, matematik .83, mühendislik, .79 ve teknoloji .76 olarak hesaplanmıştır (Bkz. Ek6).

STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu

“STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” dört adet yapılandırılmamış açık uçlu sorudan oluşmaktadır (Bkz. Ek4). Bu sorular, problemin kökü ve problemin çözümünde

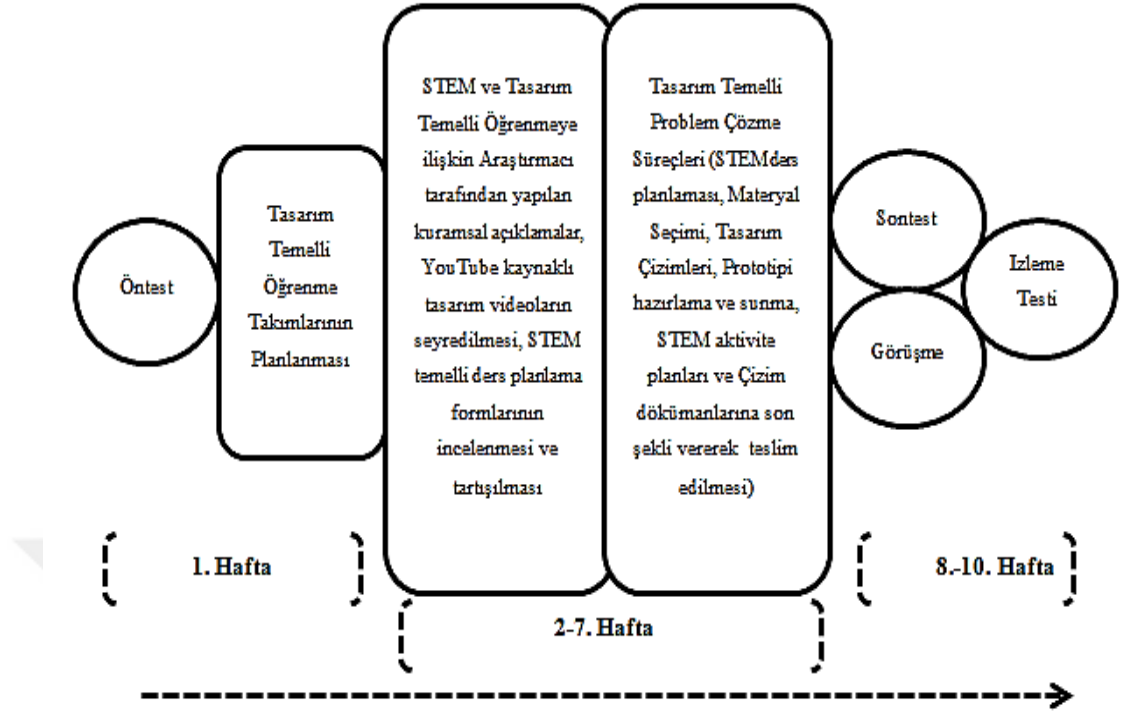
kullanılacak bilgileri STEM alanlarıyla ilişkilendirmeyi içeren iki bölüm şeklinde hazırlanmıştır. Bu özellikteki sorularla kişilerin konuya ilişkin ayrıntılı cevaplar vermesi sağlanır (Şimşek ve Yıldırım, 2011). Bu sorular hazırlanırken fen bilimlerinde fizik alanında uzman 2 öğretim elemanından görüşler alınmıştır. Bu kapsamda özellikle deneysel çalışmada kullanılan her bir tasarım temelli öğrenme aktivitesiyle uyumlu olacak şekilde sorular hazırlanmıştır. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme formunun geçerlilik ve güvenirlik çalışmaları için 2017 yılının güz döneminde Kafkas Üniversitesi fen bilgisi öğretmenliği programı dördüncü sınıftaki 32 öğrenciye bu sorular uygulanmıştır. Öğrencilerden gelen dönütlere göre ilk aşamada dil, anlaşılabilirlik ve kapsama yönelik olarak düzeltilmeler yapılmıştır. İkinci aşamada bu sorulara öğrencilerin vermiş oldukları bilgilerin geçerliliğini değerlendirme amacıyla araştırmacı tarafından “STEM Akademik Bilgiyi Değerlendirme Rubriği” hazırlanmıştır. Bu rubrik hazırlanırken STEM literatürü kapsamlı bir şekilde incelenmiş ve yöndeki çalışmalar dikkate alınmıştır (Capraro, Capraro ve Morgan, 2013; Capraro ve Çorlu, 2013; Çorlu, 2013; Han, Yalvaç, Capraro ve Capraro, 2015; Kennedy ve Odell, 2014; Martin ve Reinking, 2018; Walker, Moore, Guzey ve Sorge 2018). Hazırlanan rubrik “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” sorularının çözümünde STEM alanlarına ilişkin bilgilerin kullanım düzeyini tanımlamaktadır. Bu bilgi düzeyleri, gelişmiş, yeterli, temel, zayıf ve boş olarak tanımlanmıştır. Öğrenciler içerisinden 7’sinin testte vermiş oldukları cevaplar bu rubrik bağlamında iki bağımsız fen bilimleri uzmanının değerlendirmesine sunulmuştur. Miles ve Huberman (1994) dışarıdan bağımsız bir denetleyicinin araştırma sonucunda elde edilen ürünleri incelemesinin nitel araştırmalar için önemli bir geçerlilik stratejisi olduğunu belirtmektedirler. Yine Creswell (2013), nitel araştırmalarda, güvenirliğin veri setlerine ilişkin birden fazla kodlayıcı arasındaki değerlendirme olarak tanımlamaktadır. Bu kapsamda rastgele seçilen yedi öğrencinin cevapları (~%20), iki bağımsız kodlayıcı tarafından değerlendirilmiştir. Bu puanlamalar sonucunda oranlayıcılar arası tutarlılık katsayısı $r = .68$ olarak hesaplanmıştır.

STEM Anlayışı Görüşme Formu

Görüşme, nitel araştırmalarda en çok kullanılan veri toplama aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Görüşme yönteminin bir araştırmada etkili bir veri toplama aracı olabilmesi için güçlü ve zayıf yönlerinin iyi bilinmesi ve bunları dikkate alarak daha

kolay veri elde etmeyi sağlayacak bir formun hazırlanması gerekir (Şimşek ve Yıldırım, 2011). Görüşme bireylerin herhangi bir konuda sahip olduğu düşünceleri öğrenmek amacıyla kullanılan en etkili araştırma yöntemlerinden birisidir (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Özellikle alan yazındaki görüşme formları incelenmiş ve bu formlara uygun bir görüşme formu hazırlanmıştır (Bell, 2016; Eroğlu ve Bektaş, 2016; McGee, Thakore ve LaBlance, 2016; Sümen ve Çalisici, 2016). Her bir soru öğretmen adayının tasarım temelli öğrenme uygulamaları öncesi ve sonrasındaki düşüncelerindeki değişimi tanımlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda STEM anlayışındaki değişim, bu tür uygulamaların hangi tür becerilerin gelişimine katkı sağladığı, mesleki kariyer anlamında STEM'in nasıl değerlendirildiği, STEM alanlarının nasıl kullanılması gerektiği ve STEM'e ilişkin mesleki gelişim uygulamalarının nasıl olması gerektiğine yönelik bir içerikte hazırlanmıştır. Bu doğrultuda hazırlanan görüşme soruları STEM alanında çalışan üç uzman öğretim elemanının değerlendirmesine sunulmuştur. Bu değerlendirmelerden ortaya çıkan öneriler doğrultusunda görüşme soruları yeniden düzenlenerek son şekli verilmiştir. Bu kapsamda araştırma için hazırlanan görüşme formu 5 adet yapılandırılmamış açık uçlu soruyu içermektedir. Hazırlanan görüşme formu hem fen bilimleri öğretmen adaylarından toplanan nicel verileri desteklemek hemde STEM anlayışlarındaki değişimi derinlemesine tanımlamak amacıyla kullanılmıştır (Bkz. Ek5).

Uygulama ve veri toplama takvimi Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Uygulama ve veri toplama süreçlerine ilişkin takvim

2. 5. Veri Analizi

Bu araştırmada nicel ve nitel veri toplama tekniklerinin her ikisinde kullanıldığından, iki veri türü ayrı analiz teknikleriyle çözümlenmiştir. Karma model analizlerinde sıralı olarak nicel ve nitel analiz teknikleri kullanılarak, bir bütünlük içerisinde her iki veri türü birleştirilir. Yani iki ayrı veri seti olarak eş zamanlı yorumlanır (Östlund vd., 2011; Qnwueegbuzie ve Teddlie, 2008). Araştırmada toplanan verilerin analizi için yapılan işlemler aşağıda açıklanmıştır:

1. Tasarım temelli öğrenme gruplarından uygulama öncesi ve sonrası “STEM Yetkinlik Ölçeği” ve “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” ile toplanan nicel veriler SPSS Programı yoluyla analiz edilmiştir. STEM Yetkinlik Ölçeği ve STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formuyla toplanan puanların nicel veri analizlerinin hangi teknikle yapılacağına karar vermek için normallik dağılımlarına bakılmıştır. Shapiro-Wilks testi sonuçlarına göre, her iki testten elde edilen puanların dağılımı normal dağılımdan anlamlı farklılık gösterdiği ($p>0.05$). Dolayısıyla bu iki testten alınan puanların analizi için parametrik test teknikleri kullanılmıştır. Her iki testle toplanan

veriler SPSS programında parametrik testlerden ilişkili örneklemeler için tek faktörlü ANOVA testi kullanılarak analiz edilmiştir.

2. “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” açık uçlu sorulardan oluştuğu için ilk olarak bu verilerin nicel verilere dönüştürülmesi işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem “STEM Disiplinleri Bilgisi” değerlendirme rubriği kullanılarak yapıldı. Bu rubrik hazırlanırken alan yazın kapsamlı bir şekilde incelenerek, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM disiplinlerine ilişkin bilgi düzeylerinin kolayca anlaşılmasını sağlayacak bir ölçüt sistemi oluşturuldu. Özellikle bu rubrik Fan ve Yu’nun (2017) STEM kavramsal bilgi modeli dikkate alınarak hazırlanmıştır. Rubrik fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM disiplinlerine ilişkin bilgi düzeylerini değerlendiren beşli bir puanlama sistemini içermektedir. Rubrikteki puanlama ölçütleri şu şekildedir: Örnek Bilgi Düzeyi (4 puan), Yeterli Bilgi Düzeyi (3 puan), Temel Bilgi Düzeyi (2 puan), Zayıf Bilgi Düzeyi (1 puan) ve Boş (0 puan) olarak düzenlenmiştir. Ölçütler, öğretmen adayının vermiş olduğu cevabın, STEM disiplini bilgisine (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) yönelik anlayış düzeyini ortaya koymaktadır (Bkz. Ek 7). “STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu” ile uygulama öncesi, sonrası ve izleme testi olarak toplanan veriler aynı metot kullanılarak çözümlenmiştir. İkinci aşamada elde edilen birinci düzey bu analiz sonuçları SPSS programına işlenerek, parametrik testlerden ilişkili örneklemeler için tek faktörlü ANOVA testi kullanılarak tekrar analiz edilmiştir.

3. Deneysel uygulama sonrası tasarım temelli öğrenme gruplarının STEM anlayışlarındaki değişimi daha derinlemesine incelemek amacıyla görüşme formundan elde edilen veriler için nitel analiz metotları kullanılmıştır. Bu araştırmada nitel verileri çözümlmek için içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi, bir metindeki sözcüklerin bazılarını daha küçük birimlerle sadeleştirildiği sistematik bir yoldur (Büyüköztürk vd., 2010). Bu analiz tekniği verilerin derinlemesine analizini içermektedir ve daha önceden belirgin olmayan temaların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Şimşek ve Yıldırım, 2011). Görüşme yoluyla elde edilen verilerin analizinde ilk aşamada her bir öğretmen adayının sırasıyla açık uçlu sorulara verdiği cevaplar içerisinden kodlar çıkarılmıştır. Açık uçlu sorular sırasıyla incelenerek veri kaybının en aza indirilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda görüşme formundaki ilk önce birinci sorudan başlayarak tüm öğretmen adaylarının bu soruya verdikleri cevaplar analiz edilmiştir. Bu analizler her bir öğrencinin cevaplarının

kodlanması şeklinde devam etmiştir. İkinci aşamada birinci soruya ilişkin öğrenci cevaplarından çıkarılan tüm kodlar gözden geçirilerek aynı anlama gelen ifadelerin bir ortak tema altında birleştirilmesi işlemi yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise ortaya çıkan temalara göre analiz sonuçları tanımlanmıştır. Bu tanımlamayı yaparken öğretmen adaylarının cevaplarından ortaya çıkarılan temalar örnek alıntılar ile desteklenecek biçimde düzenlenmiştir.



3. BULGULAR

Bu bölümde, tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye etkisinin araştırılmasından elde edilen bulgular ve yorumlar sunulmuştur.

Araştırmadan elde edilen bulgular, üç bölüm halinde sunulmuştur.

1. STEM Yetkinlik Ölçeğine ait ön test- sontest-izleme testi Nicel analiz bulguları
2. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Öntest-Sontest-İzleme Testi Nicel analiz Bulguları
3. STEM Anlayışı Görüşme Formundan Elde Edilen Nitel Analiz Bulguları

3.1. STEM Yetkinlik Ölçeğine Ait Ön Test- Sontest-İzleme Testi Nicel Analiz Bulguları

Bu bölüm fen bilimleri öğretmen adaylarından deneysel uygulama öncesi ve sonrasında STEM yetkinlik ölçeğiyle toplanan verilerin analiz bulgularını içermektedir. İlk olarak Tablo 3.1 STEM yetkinlik ölçeğinden toplanan verilerin normal dağılıma uygunluğunun analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5, STEM Yetkinlik Ölçeğinden uygulama öncesi ve sonrasında toplanan verilerin parametrik testlerden tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA testi analiz bulgularını içermektedir.

Tablo 3.1. STEM Yetkinlik Ölçeği Puanlarının Normal Dağılım Durumlarına İlişkin Bulgular

STEM Tutum Ölçeği Alt Bileşenleri		Shapiro-Wilk (p değeri)	Normal Dağılım Durumu
Fen Bilimleri		,072	+
Matematik		,104	+
Mühendislik	Öntest	,284	+
Teknoloji		,186	+
Fen Bilimleri		,058	+
Matematik		,157	+
Mühendislik	Sontest	,169	+
Teknoloji		,132	+

Tablo 3.1 incelendiğinde STEM Tutum Ölçeği puanlarının normal dağılım testlerine ilişkin değerleri yer almaktadır. Normal dağılım testlerinden Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde ise bu testte ortaya çıkan p değerlerinin $\alpha=.05$ 'den büyük çıkması bu anlamlılık düzeyinde puanların normal dağılımdan anlamlı sapma göstermediğine işaret etmektedir. Tablo 3.1'deki Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde ise STEM alanlarına ait tutum ölçeği ön test ve son test puanlarına ilişkin p değerlerinin $\alpha=.05$ 'den büyük olduğu dolayısıyla normal dağılıma işaret ettiği söylenebilir. Normallik dağılım durumuna karar vermede ilişkili testler normallik durumunun sağlanması için hem ön test hem son test puanlarının dağılımında normallik şartı aranmıştır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde STEM Yetkinlik Algısı Ölçeği puanlarının tamamında parametrik testlerden ilişkili tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA testi uygulanmıştır.

STEM Yetkinlik Ölçeği bileşenlerinin öntest, sontest ve izleme testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Tablo 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. STEM Yetkinlik Ölçeği Fen Bilimleri Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası	214,991	35	6,143			
Ölçüm	489,130	2	244,565	433,00	,000	2-1,3-1
Hata	39,537	70	,565			
Toplam	743,658	107				
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	9,66	1,09			
Sontest	36	14,22	1,60			
İzleme	36	14,13	1,86			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-4,556*	,141	,000		
	3	-4,472*	,205	,000		
2	1	4,556*	,141	,000		
	3	,083	,180	1,000		
3	1	4,472*	,205	,000		
	2	-,083	,180	1,000		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.2 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Yetkinlik Ölçeği fen bilimleri bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 433.0, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 9,66$), sontest ortalama puanı ($X = 14,22$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 14,13$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM fen bilimleri yetkinlik algılarının uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM fen bilimleri yetkinlik algısı düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.3. STEM Yetkinlik Ölçeği Matematik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	102,519	35	2,929	145,506	,000	2-1, 3-1
Hata	575,019	2	287,509			
Toplam	138,315	70	1,976			
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	9,78	1,51			
Sontest	36	14,81	1,40			
İzleme	36	14,53	1,54			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	P		
1	2	-5,028*	,348	,000		
	3	-4,750*	,353	,000		
2	1	5,028*	,348	,000		
	3	,278	,289	1,000		
3	1	4,750*	,353	,000		
	2	-,278	,289	1,000		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.3 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Yetkinlik Ölçeği matematik bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 145,506, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 9,78$), sontest ortalama puanı ($X = 14,81$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 14,53$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı

bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM matematik yetkinlik algılarının uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM fen bilimleri yetkinlik algısı düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.4. STEM Yetkinlik Ölçeği Mühendislik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	98,546	35	2,816	491,886	,000	2-1, 3-1
Hata	768,019	2	384,009			
Toplam	54,648	70	,781			
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	7,51	1,03			
Sontest	36	13,28	1,41			
İzleme	36	13,03	1,15847			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-5,778*	,233	,000		
	3	-5,528*	,224	,000		
2	1	5,778*	,233	,000		
	3	,250	,161	,390		
3	1	5,528*	,224	,000		
	2	-,250	,161	,390		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.4 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Yetkinlik Ölçeği mühendislik bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 491,886, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 7,51$), sontest ortalama puanı ($X = 13,28$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 13,03$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM fen mühendislik yetkinlik algılarının uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM mühendislik yetkinlik algısı düzeylerinin ise daha sonra yapılan

izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

Tablo 3.5. STEM Yetkinlik Ölçeği Teknoloji Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	173,583	35	4,960			
Hata	611,167	2	305,583	507,292	,000	2-1, 3-1
Toplam	42,167	70	,602			
	826,917	107				
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	7,33	1,19			
Sontest	36	12,50	1,58			
İzleme	36	12,26	1,50			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-5,167*	,201	,000		
	3	-4,917*	,216	,000		
2	1	5,167*	,201	,000		
	3	,250	,115	,111		
3	1	4,917*	,216	,000		
	2	-,250	,115	,111		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.5 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Yetkinlik Ölçeği fen teknoloji bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 507.292, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 7.33$), sontest ortalama puanı ($X = 12.50$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 12.26$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM teknoloji yetkinlik algılarının uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM teknoloji yetkinlik algısı düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

3.2. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formuna Ait Öntest, Sontest ve İzleme Testi Nicel Analiz Bulguları

Bu bölüm fen bilimleri öğretmen adaylarından deneysel uygulama öncesi ve sonrasında STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formuyla toplanan verilerin analiz bulgularını içermektedir. Tablo 3.6’da STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formuyla toplanan verilerin normal dağılıma uygunluğunun analiz bulguları yer almaktadır. Tablo 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10 STEM Alanları Bilgi Testinden uygulama öncesi ve sonrasında toplanan verilerin tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA testi analiz bulgularını içermektedir.

Tablo 3.6. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Puanlarının Normal Dağılım Durumlarına İlişkin Bulgular

STEM Disiplinleri Bilgisi Testi Alt Bileşenleri	Shapiro-Wilk (p değeri)	Normal Dağılım Durumu
Fen Bilimleri	,043	+
Matematik	,082	+
Mühendislik	,218	+
Teknoloji	,172	+
Fen Bilimleri	,068	+
Matematik	,158	+
Mühendislik	,127	+
Teknoloji	,261	+

Tablo 3.6 incelendiğinde STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu puanlarının normal dağılım testlerine ilişkin değerleri yer almaktadır. Normal dağılım konusunda Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde ise bu testte ortaya çıkan p değerlerinin $\alpha=.05$ ’den büyük çıkması bu anlamlılık düzeyinde puanların normal dağılımdan anlamlı sapma göstermediğine işaret etmektedir. Tablo 3.6’daki Shapiro-Wilk testi sonuçları incelendiğinde STEM Alanları Bilgisi ön-test-son test puanlarına ilişkin p değerlerinin $\alpha=.05$ ’den büyük olduğu dolayısıyla normal dağılıma işaret ettiği söylenebilir. Normallik dağılım durumuna karar vermede ilişkili testler normallik durumunun sağlanması için hem ön test hem son test puanlarının dağılımında normallik şartı

aranmıştır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu bileşenlerinin puanlarını analiz etmede normallik şartı sağlandığında, parametrik testlerden tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA testi uygulanmıştır.

STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu bileşenlerinin öntest, sontest ve izleme testi puanlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin tekrarlı ölçümler için ANOVA sonuçları Tablo 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.7. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Fen Bilimleri Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	42,991	35	1,228			
Hata	635,185	2	317,593	626,566	,000	2-1, 3-1
Toplam	35,481	70	,507			
	713,657	107				
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	7,75	,84			
Sontest	36	13,03	,87			
İzleme	36	12,72	,86			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-5,278*	,162	,000		
	3	-5,000*	,191	,000		
2	1	5,278*	,162	,000		
	3	,278	,147	,201		
3	1	5,000*	,191	,000		
	2	-,278	,147	,201		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.7 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu fen bilimleri bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70)=626.566, p<.05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 7.75$), sontest ortalama puanı ($X = 13.03$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 12.72$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM fen bilimleri alanı bilgi düzeylerinin uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM fen bilimleri bilgi düzeylerinin ise daha sonra yapılan

izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

#ÖA11 Uygulama Öncesi Cevap

Fen Boyutu: 20 voltluk ürettiğimiz enerji ne kadar amper metelik ampülü yolar.

(STEM Alanları Fen Bilimleri Anlayış Seviyesi 1)

#ÖA11 Uygulama Sonrası Cevap

Fen Boyutu: Güneş paneli; bir çok sola hücreden oluşur. Bu hücreler silikon a verilen ve dünyamızda çokta bulunan elementlerin yapılı. Her bir hücre aynı şekilde de olduğu elektrik akımı yaratmak için "+" "-" kutupları sahiptir. Güneşten gelen fotolar bu hücreler tarafından emildikten sonra diğer bir enerji ciktir. Bu enerji sayesinde elektronda serbestce hareket eder. Elektrik bu hareketleri panelin alt kısmındaki bağlantı kablolarda taşıyıp ayağına gider. Güneş paneli 1m² si 100Wt enerji üretir. Bizde 0,2m² lik bir panelle 20 voltluk enerji ürettik.

(STEM Alanları Fen Bilimleri Anlayış Seviyesi 3)

#ÖA11 İzleme Testi Cevap

Fen Boyutu: Güneş panelin iç yapılarındaki elementler pünes iji sürebilen ve bu sörme sırasında iki plaka arasında bir elektrik oluşumu sağlanmaktadır. İca ortamında yalıtılan malzemeleri dörök silikon kullanılmaktadır.

(STEM Alanları Fen Bilimleri Anlayış Seviyesi 3)

Şekil 3.1. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Fen Bilimleri Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri

Şekil 3.1 ÖA11'in tasarım temelli öğrenme uygulaması öncesi, sonrası ve izleme bölümlerinde tasarım problemine ilişkin fen bilimleri alanı bilgisini kullanma düzeyini göstermektedir. ÖA11'in yenilenebilir enerji konusunda tasarım problemi çözümünde kullandığı fen bilimleri bilgisi incelendiğinde uygulama öncesinde fen bilimleri alanında uygun bilgi ve bu bilgilere dayalı bir çözüm geliştiremediği anlaşılmaktadır. Sadece elektrik voltajıyla ilgili basit bir açıklama yaptığı görülmektedir. Dolayısıyla ÖA11'in tasarım probleminin çözümünde kullanmak üzere ortaya koyduğu fen bilimleri alanı bilgisinin zayıf düzeyde kaldığı ve tasarım probleminin çözümüne uygun bir fen bilimleri bilgisini yansıtmadığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte hem uygulama sonrasında hemde izleme aşamasında ÖA11'in yenilenebilir enerji kaynakları tasarım problemine ilişkin fen bilimleri alanı bilgisi düzeyini yeterli aşamaları taşıdığı görülmektedir. Şekil 3.1'de incelendiğinde ÖA11'in yenilenebilir enerji kaynağının türü ve bu enerji kaynağının özelliklerini fen bilimleri alanındaki uygun bilgilerle

ilişkilendirdiği anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda ÖA11'in tasarım probleminin çözümünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik fen bilimleri alanında akademik bilgi bakımından gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

Tablo 3.8. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Matematik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası	60,324	35	1,724			
Ölçüm	448,463	2	224,231	531,408	,000	2-1, 3-1
Hata	29,537	70	,422			
Toplam	538,324					
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	8,27	,741			
Sontest	36	12,69	1,064			
İzleme	36	12,50	,941			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-4,417*	,171	,000		
	3	-4,222*	,179	,000		
2	1	4,417*	,171	,000		
	3	,194	,096	,152		
3	1	4,222*	,179	,000		
	2	-,194	,096	,152		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.8 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu matematik bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 531.408, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 8.27$), sontest ortalama puanı ($X = 12.69$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 12.50$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM matematik alanı bilgi düzeylerinin uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM matematik alanı bilgi düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

#öa19 Uygulama Öncesi Cevap

- Matematik Boyutu: 1 Led $1,5 \text{ V}$ ile çalışır.
 23 Led x

(STEM Alanları Matematik Anlayış Seviyesi 0)

#öa19 Uygulama Sonrası Cevap

- Matematik Boyutu: 1 Led $1,5 \text{ V}$ ile çalışır.
 23 Led x
 $x = 15,33 \text{ V}$ (23 Led'in yanması için gerekli enerji)

(STEM Alanları Matematik Anlayış Seviyesi 3)

#öa19 İzleme Cevap

- Matematik Boyutu: 1 Led $1,5 \text{ V}$ ile çalışmakta
 23 Led x
 $x = 15,33 \text{ V}$ (23 Led'in yanması için gerekli enerji)

(STEM Alanları Matematik Anlayış Seviyesi 3)

Şekil 3.2. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Matematik Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri

Şekil 3.2 ÖA19'un tasarım temelli öğrenme uygulaması öncesi, sonrası ve izleme bölümlerinde tasarım problemine ilişkin matematik alanı bilgisini kullanma düzeyini göstermektedir. ÖA19'un yenilenebilir enerji konusunda tasarım problemi çözümünde kullandığı matematik bilgisi incelendiğinde uygulama öncesinde matematik alanında uygun bilgi ve bu bilgilere dayalı bir çözüm geliştiremediği ve basit bir adlandırma yaptığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ÖA19'un tasarım probleminin çözümünde kullanmak üzere ortaya koyduğu matematik alanı bilgisinin geçersiz düzeyde kaldığı ve tasarım probleminin çözümüne uygun bir matematik bilgisini yansıtmadığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte hem uygulama sonrasında hemde izleme aşamasında ÖA19'un yenilenebilir enerji kaynakları tasarım problemine ilişkin matematik alanı bilgisi düzeyini yeterli aşamasına taşıdığı görülmektedir. Şekil 3.2'de incelendiğinde ÖA19'un yenilenebilir enerji kaynakları yoluyla üretilebilecek enerji miktarı ve bunu ne kadarlık bir alanda kullanılacağına ilişkin hesaplamalar yaptığı anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda ÖA19'un tasarım probleminin çözümünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik matematiksel hesaplama akademik bilgisi bakımından gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

Tablo 3.9. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Mühendislik Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	73,074	35	2,088	512,649	,000	2-1, 3-1, 2-3
Hata	504,241	2	252,120			
Toplam	34,426	70	,492			
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	7,19	,89			
Sontest	36	11,97	1,08			
İzleme	36	11,55	1,05			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-4,778*	,183	,000		
	3	-4,361*	,204	,000		
2	1	4,778*	,183	,000		
	3	,417*	,083	,000		
3	1	4,361*	,204	,000		
	2	-,417*	,083	,000		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.9 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu mühendislik bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 512.649, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 7.19$), sontest ortalama puanı ($X = 11.97$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 11.55$) göre daha düşüktür. Öte yandan son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı çıkmıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM mühendislik alanı bilgi düzeylerinin uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM mühendislik alanı bilgi düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaştığını, yani uygulamanın etkisinin azaldığını göstermektedir. Fakat sontest ve izleme testi ortalama puanları incelendiğinde bu farklılaşmanın önemli bir etkiye sahip olmadığı anlaşılmaktadır.

çözümünde evsel atıkları geri dönüştürmeye yönelik mühendislik tasarım bilgisi bakımından gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

Tablo 3.10. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Teknoloji Bileşeni Öntest, Sontest ve İzleme Puanlarının ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
Deneklerarası Ölçüm	67,880	35	1,939			
Hata	454,241	2	227,120	244,243	,000	2-1, 3-1
Toplam	65,093	70	,930			
Test	N	Ort.	Std.S.			
Öntest	36	6,33	1,26			
Sontest	36	10,78	1,02			
İzleme	36	10,58	1,08			
(I) - (J) Faktör		Ort. Fark (I-J)	Std. Hata	p		
1	2	-4,444*	,280	,000		
	3	-4,250*	,265	,000		
2	1	4,444*	,280	,000		
	3	,194	,078	,052		
3	1	4,250*	,265	,000		
	2	-,194	,078	,052		

*Ortalama farkları .05 seviyesinde anlamlıdır. 1:Öntest, 2:Sontest, 3:İzleme Testi

Tablo 3.10 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu teknoloji bileşeni ön test, sontest ve izleme testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $[F(2, 70) = 244.243, p < .05]$. Öntest ortalama puanı ($X = 6.33$), sontest ortalama puanı ($X = 10.78$) ve izleme testi ortalama puanına ($X = 10.58$) göre daha düşüktür. Son test ve izleme testi puanları arasındaki fark anlamlı bulunamamıştır. Bu bulgu, tasarım temelli öğrenme uygulaması alan fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM teknoloji alanı bilgi düzeylerinin uygulama sonrasında ve daha sonra yapılan izleme ölçümlerinde anlamlı ölçüde arttığını; uygulama sonrasındaki STEM teknoloji alanı bilgi düzeylerinin ise daha sonra yapılan izleme çalışmalarındaki ölçüm sonuçlarından farklılaşmadığını, yani uygulamanın etkisinin devam ettiğini göstermektedir.

ÖA7 Uygulama öncesi cevap

Uygulama sonrası cevap

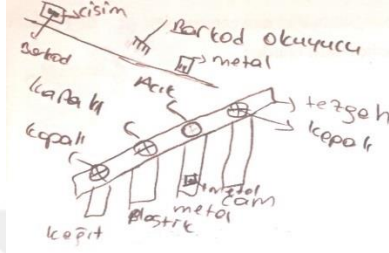
Göp kavasında balımler yaparım

(STEM Alanları Teknoloji Anlayış Seviyesi 0)

Atık cisimlerin üzerine barkod yapıştırılır, sonra barkodu okuyan bir makine yaparak çöpleri ayırabiliriz. Makine barkodu okudukta sonra, maddelerin ne olduğunu anlayıp ona göre çöpleri farklı çöp kutularına atabiliriz.

(STEM Alanları Teknoloji Anlayış Seviyesi 0)

Uygulama sonrası cevabın devamı



Yukarıda atılan çöpin üzerindeki barkoda göre maddenin ne olduğunu tespit edilir. Cihaz tespit edilen maddenin uygun çöp kutusu kapasını açar. Cisim tezgaha düşer. Burada artık kavada çöpi girer.

(STEM Alanları Teknoloji Anlayış Seviyesi 3)

İzleme testi cevap

- Teknoloji Boyutu:

Kızıl 8. sınıf içinler yardımcı sabit makara sistemi ne uzaktan kumandayla kontrol edilebilir.

(STEM Alanları Teknoloji Anlayış Seviyesi 3)

Şekil 3.4. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu Teknoloji Bileşenine İlişkin Uygulama Öncesi ve Sonrası Cevap Örnekleri

Şekil 3.4 ÖA7'nin tasarım temelli öğrenme uygulaması öncesi, sonrası ve izleme bölümlerinde evsel atıkları geri dönüştürmeye ilişkin bir tasarım problemine ilişkin teknoloji alan bilgisini kullanma düzeyini göstermektedir. ÖA7'nin evsel atıkları geri dönüştürme konusunda tasarım problemi çözümünde kullandığı teknoloji bilgisi incelendiğinde uygulama öncesinde teknoloji alanında uygun bilgi ve bu bilgilere dayalı bir tasarımsal çözüm geliştiremediği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla ÖA7'nin tasarım probleminin çözümünde kullanmak üzere ortaya koyduğu teknoloji alanı bilgisinin geçersiz düzeyde kaldığı ve tasarım probleminin çözümüne uygun bir teknoloji bilgisini yansıtmadığı anlaşılmaktadır. Bununla birlikte hem uygulama sonrasında hemde izleme aşamasında ÖA7'nin evsel atıkları geri dönüştürme tasarım problemine ilişkin teknoloji alan bilgisi düzeyini yeterli aşamaya taşıdığı görülmektedir. Şekil 3.4'te incelendiğinde ÖA7'nin evsel atıkları geri dönüştürmede kullanılacak tasarım sistemine uygun teknoloji okuryazarlığı açıklaması yapabildiği anlaşılmaktadır. Özellikle mekanik

sistemi harekete geçirecek bir robot ve sensör sisteminin entegre edilmesi yönünde fikirler ortaya koymuştur. Bu doğrultuda ÖA7'nin problemin çözümünde evsel atıkları geri dönüştürmeye yönelik teknoloji bilgisi bakımından gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

3.3.STEM Anlayışı Görüşme Formundan Elde Edilen Nitel Analiz Bulguları

Bu bölümde uygulama sonrası STEM anlayışı görüşme formuyla elde edilen nitel verilerin içerik analizlerine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bu bulgular, görüşme formundaki sorularla uyumlu olacak şekilde beş tablo altında sunulmuştur.

Tablo 3.11. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarından Sonra STEM Anlayışlarındaki Değişime İlişkin Bulgular

Tema	Kod Tanımlaması	Frekans ve Yüzde f –(%)
STEM Anlayış Değişimi	Orjinal (yaratıcı) fikir üretme	16 (% 44.4)
	Öğrenme sürecini biçimlendirme	18 (% 50)
	STEM alanlarını bütünleştirme	21 (% 70)
	Bir fen konusunun birden çok disiplinle nasıl ilişkilendirildiği	13 (% 36.1)
	Fen bilimleri alanında tasarım yoluyla öğrenmenin önemi	10 (% 27.7)
	Günlük hayattaki birçok mühendislik sistemi ve tasarımını açıklayabilme	8 (% 22.2)
	STEM'le fende öğrenme ve öğretimi kavrama	16 (% 44.4)
	Matematiksel düşünce ve tasarım ilişkisi kurma	5 (% 13.88)
	Tasarımları teknolojiye uyumlu hale getirme	9 (% 25)
	Bir mühendis gibi öğrenme ve üretme	13 (% 36.1)

Tablo 3.11'de fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonrasında STEM anlayışlarındaki değişime ilişkin içerik analizi bulguları yer almaktadır. Tablo 3.11 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarındaki en büyük değişimin f = 21 STEM alanlarına ilişkin bütünleştirmenin nasıl yapıldığını anlamaya yönelik olmasıyla açıklandığı görülmektedir. Bununla birlikte tüm öğretmen adaylarının toplamda 10 temel STEM anlayışı değişim kodu ortaya

koydukları görülmektedir. Öğretmen adaylarının STEM anlayışlarındaki değişim ifadelerine yönelik örnekler Şekil 3.5'te sunulmuştur.

İlk STEM'i duyduğum zaman aslında bir fikrim yoktu sadece boş yere zaman harcanacağını düşünmüştüm. Ancak öyle olmadı STEM projeleri ile gerçekten Fen, matematik konularını pekiştirmeme yardımcı oldu. Bilmediğim konuları öğrenmemi sağladı. Mühendislik ve Teknoloji konusunda ciddi anlamda çok şey öğretti. Bu projenin uygulanmasıyla öğretilmesini istiyorum. Gerçekten hem teorik hem uygulamaya odaklı çok şey kattı bana.

Böyle bana çok şey kattığını düşünüyorum. Çünkü bir problemi çözerken Fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin birbiriyle bu kadar ilişkili olduğunu bilmiyordum. Üstelik bir projede çok boyutlu düşünme yeteneğini geliştirdiğini düşünüyorum.

Etkinlik öncesi düşünüyordum bir projede bu sistemin hepünün bir arada kullanılması olmazsa olmazıydı. Ama bu işin ilginçliğinde her bir projede matematiğin, fenin, mühendisliğin ve teknolojinin bir arada bütün içinde çalıştığını gördüm. STEM anlayışı sayesinde çevremizde gördüğümüz her şeye daha farklı, daha boyutlu bakmaya başladım. Bence STEM ile bilgilerimizin sadece ezberde kalmasını uygulamada yetersiz kıldığımızı gördüm. STEM ile bu ezberlediğimiz bilgileri ve başka bilgileri birleştirip

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarının bu kadar iç içe olmasını STEM sayesinde kavradım. Her malzemenin bir boyutta değil STEM'in her boyutuyla ilgili olduğunu anladım. STEM projelerinde önce tek boyutlu düşünürken ürettiğimiz her fen konusunda STEM'in içi olduğunu öğrenecek fen, matematik, mühendislik ve teknoloji boyutunda düşünme kabiliyetini kavradım.

Etkinliklere başlamadan önce çok sık görünüyordum. Fakat başladıktan sonra fazla zorlandık. Bunun sebebi ise bilgi eksikliğimizin çok fazla olmasıydı. Konularla ilgili yeterli kadar bilgiye sahip değildik. Ama etkinlikler bittikten sonra birçok konuyla ilgili bilgiye sahip olup azgünlük ve yanlış bilgilerimi tanımlanmış oldum. Uygulama olması daha yararlı oldu. STEM okullarda uygulanması gerekir. Bunu bir ders adı altında okullara, öğrencilere uygun olarak uygulanabilir. Çok yararlı bir şey olduğunu düşünüyorum. Özellikle ülke genelinde eğitim sistemimizde kullanılabilir. Çok yararlıdır.

Böyle STEM'in bu kadar yararlı olduğunu bilmiyordum. STEM sayesinde teorik olan bilgileri biraz daha uygulamalarıyla öğreniyoruz. Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji bir arada çalışıyor ve bir bütün olarak var olabiliyor.

Hayatımızda kullandığımız basit teknoloji olan tüm sistemlerin her üretim aşamasında farklı disiplinler fen, matematik, teknoloji gibi boyutları birleştirilerek üretiliyor olduğunu gördük. STEM ile önceki basit bir sistemde bile çok boyutlu çalışma olduğunu anladım. STEM anlayışı konuları teorik olarak biliyoruz ama uygulama yapılmadıkça kalıcı olarak öğrenemiyoruz. STEM bu açıyla kapatılabilirliğini düşünüyorum.

Uygulama sürecinde yapacağımı adis mabre tek boyutlu bekliyordum. Yeni serbest ürüne adis mabre. Ünlüün osano osano percelbestipini ve bu osanobrada STEM içeriklerimden faydalandığını düşünüyordum. Ancak uygulama sırasında ve sonrasında her osanoda kısımla aılan ve bitir sorulan veya kafamızı koruyucu obje olduğu zaman bu dayların hayı abale ilgili olduğunu anladık. Bu her şalışma için aynı şekilde oldu.

Yaptığımız etkinlikler teorik olarak öğrenme ya da öğrenmedir. Her şeyin uygulanması olduğundan burada öğrendiklerimiz yıllardır sınıflarda öğren diğlerimizden daha kalıcı oldu. STEM'in sürekli yapılması gerekir.

Fen, matematik, mühendislik konularının bu denli iç içe olduğu birbiri ile alakalı olduğunu düşünmüştüm. Fen konularının öğrencilere bir projenin içinde uygulanarak yapılmasını daha akılda kaldığını gösterdik. Bu proje kapsamında hem teorik hem uygulamalı işbirlikli öğrenme, sorulan osane gibi becerilerin arttığını fark ettik.

Şekil 3.5. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama sonrasında STEM anlayışlarındaki değişime ilişkin örnek alıntılar

Tablo 3.12. Tasarım Temelli Öğrenme Uygulamalarının Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Hangi Tür Becerilerinin Gelişimine Katkı Sağladığına İlişkin Bulgular

Tema	Kod Tanımlaması	Frekans ve Yüzde f-(%)
Beceri Gelişimi	Takım çalışması ve işbirliği	14 (% 38.88)
	Araştırma/Sorgulama	12 (% 33.33)
	Eleştirel düşünme	4 (% 11.11)
	Problem çözme	16 (% 44.44)
	Yaratıcı düşünme	21 (% 58.33)
	Sorumluluk alma	7 (% 19.44)
	Estetik düşünme (Sanatsal Yaratıcılık)	16 (% 44.44)

Tablo 3.12'de fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonrasında hangi tür becerilerinin geliştiğine ilişkin içerik analizi bulguları yer almaktadır. Tablo 3.12 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının en çok geliştirdikleri becerilerin f=21 ile yaratıcı düşünme olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte tüm öğretmen adaylarının toplamda 7 temel beceri boyutunda gelişim

gösterdiklerine yönelik fikirler ortaya koydukları anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının geliştirdikleri becerilere ilişkin ifadelerinden örnekler Şekil 3.6'da sunulmuştur.

Özellikle Fen ve matematik konularının somutlaştırılması ve öğrencilerin materyallerle ortak sağlanabilir. Ayrıca öğrencilerin fen ve matematik dersinde mühendislik problemleri çözümleri olan fen ve matematik öğrenimini kolaylaştırabilir. Bu alana teknolojinin de eklenmesiyle fen ve matematik derslerine ve yapı bakımından zengin ve daha etkili olabilir. Bir den fazla öğrencinin bir birine ile ilişkili olması, ayrıca öğrencilerin aradıkları, istedikleri öğrenme becerilerine ulaşmalarını sağlar.

Öğretmen adaylarına yetiştirilmesi gerekeni öğretme, öğretme, öğretme olarak bir tınısı olarak yetiştirilerek, istedikleri öğrenme becerilerini öğretir. Proje tabanlı çalışmalarla kaliteyi artırır. Yeni fikirler ortaya çıkartarak, bireyler yetiştirir.

Özellikle el becerilerinin gelişmesini sağlar. Günlük sürekli deneme yapılması yapıldığı için el becerisi kazanılan Grup içindeki öğrenciler, sorumluluklarını ve en başta da sorulara en güzel, en yararlı çözümler bulmayı sağlar. Günlük bunlar deneyler sırasında sürekli yaptırılır.

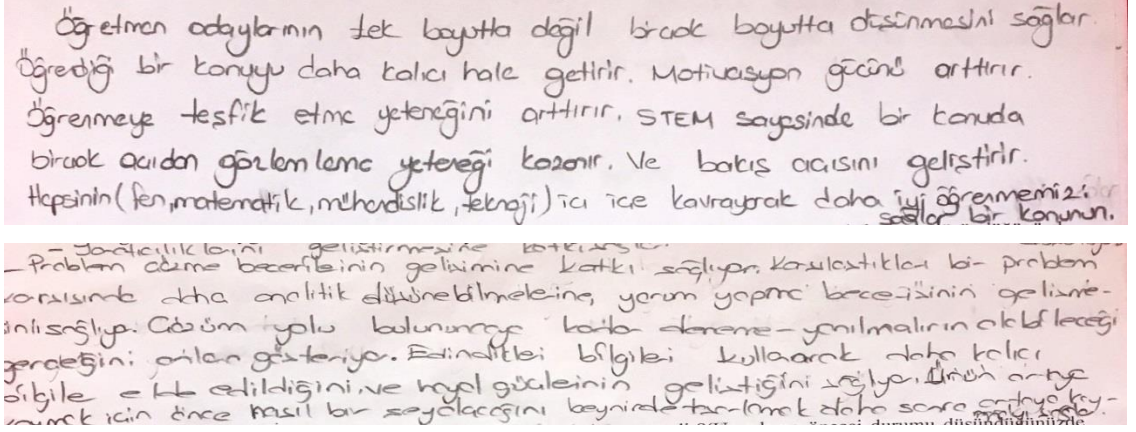
Problemleri çözümler üretme, el becerileri, düşünmeye sevk etme yardımıyla, sorumluluk bilinci gibi becerilerin gelişimine katkı sağlar. Çünkü; bu projeye hep birlikte sahip olabilir ve öğrencilerine çok daha iyi şeyler öğretebilir.

Bu uygulama bir yarı öğretmen adaylarına el becerisi, karar verme becerisi, karar verme ve insan etme becerisi, rapor yapma becerisi, motive kullanım becerisi ve en önemlisi yaratıcılık becerisi gibi becerilerin gelişimine katkı sağlar. Çünkü düşünmeden her şeyi denemeyi, bir çalışmada da yeni şeyler üretmek için kullanılabilir.

Yaratıcı düşünme ile problem çözme becerileri geliştirilir. Proje de sistemlere çok bağlılık beklenir. Bu nedenle düşünce yapma süresi katkı sağlayacaktır. STEM de verilen problemi kendi bildiği teoriler ve deneyimlerle çözümler üretme için en doğru tercih vereceği için karar verme becerisini de geliştirir.

Uygulama olduğu için daha fazla bilgi eksikliklerini kapatıyor. Bildiklerimizi öğretme, bildiklerimizi öğrenme, polis bildiklerimizin doğrularını öğrenme şansımız oldu. Zorlanılan bir konuyla baş edebilmeyi öğrendim. El becerimiz gelişti. Etkin uğraşı olarak koordinasyon geliştirici oldu. Kalite bilgileri edinebilme imkanı sağladı. Yaparak yaparak öğrenme geliştiriyor. Grup çalışmalarının gelişimine katkı sağlandı. Sabretme eylemini geliştiriyor. Basamaklı olarak kendi ürününü elde etme imkanı sağlıyor. Araştırma yapma, öğrenme geliştirir.

Öğrencilerin bilgi birikimlerini uygulamaya koyabiliyor, yaratıcılıklarını geliştiriyor. Problem çözme yapma şansında, takım çalışmasına istekli öğrenciler etkin olarak çalışıyor. İnançla çalışarak becerilerin gelişimine katkı sağlıyor. Kişisel olarak her bir bireyin ayrı öğrenme süreçleri ile öğrenme yapma olabilir.



Şekil 3.6. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının hangi tür becerilerinin gelişimine katkı sağladığına ilişkin düşüncelerinden örnek alıntılar

Tablo 3.13. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası STEM Kariyeri Anlayışlarındaki Değişime İlişkin Bulgular

Tema	Kod Tanımlaması	Frekans ve Yüzde (f) -%
STEM Kariyeri	Lisans ve Lisans üstü STEM'i kavrayıcı uygulama dersleri	11(% 30.55)
	Okul dışı STEM öğrenme projeleri	8(% 22.22)
	Modelleme ve tasarım çalışmaları için kurumsal işbirlikleri	14(% 38.88)
	Lisans sonrası STEM uygulama programları	5(% 13.88)
	Fen Öğretmenleri için STEM tasarım atolyeleri	15(% 41.66)
	Fen öğretmenleri için yurt dışı STEM destek programları	7(% 19.44)

Tablo 3.13'de fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonrasında STEM kariyer anlayışlarındaki değişime ilişkin içerik analizi bulguları yer almaktadır. Tablo 3.13 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM kariyer anlayışlarındaki değişime ilişkin en çok ifade ettikleri kod f=15 ile STEM tasarım atolyelerine katılma olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte tüm öğretmen adaylarının toplamda 7 temel kod altında STEM kariyerine yönelik fikirler ortaya koydukları

anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM kariyer anlayışlarındaki değişime ilişkin ifadelerinden örnekler Şekil 3.7'de sunulmuştur.

şuanda STEM kariyerine ilişkin tutumunuz nedir?)
Uygulama dersi yaptığım da çok gerekli olmadığını hayal etmiştim. Daha sonra düşününce, çok faydalı olduğunu ve gelecekteki
yapılan eğitimin etkili olup olmadığını test etmek için bu uygulamanın
kullanılmasının çok iyi olacağını düşünüyorum. Öğrencilerimde nece baskıntı
yasadıklarını görmesi ve bu sıkıntıların nasıl giderileceğini onlara benzer
işbirliği içinde gösteriliyor olmamız çok iyi olacağını düşünüyorum. Öğrenci-
lerinde problem çözme becerilerinin gelişmesine, analitik düşünmelerine, yorum
yapma ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesine aynı zamanda daha fazla bilgiye
erke edileceklerini düşünüyorum. STEM'in diğer bazı alanları, değişimini düşünüyorum.
farklı disiplinler (fen, matematik)

STEM sayesinde üretilen bir ürüne tek boyutla bakılmayacağını
kavrayarak öğrencilerde kalıcı bilgi edinmesini kolaylaştırırız.
Bilgi kalıcılığı üretim yapabilme yeteneğinin gelişmesi, çok boyutlu
düşünme becerisi kazanma, kendini geliştirme ve fen boyutlarının
Tutma olduğunu kavrama yetenekleri kazanılır. Hayat boyu kalıcılık
sağlanmış olur. Fen dersi Lab. ağırlıklı bir dertir. Amac hep genelde orda
aşırımlarla, deneylerle öğrenmeyi sağlar. STEM tam anlamıyla bunu tamamen karşılar.

şuanda STEM kariyerine ilişkin tutumunuz nedir?)
Öğretmenler yıllarca aynı konuları defalarca defalarca anlat-
mışlar. Öğrencilerde pek de büyük beceriler gelişmemiştir.
STEM ile öğrencilerde problemleri variyasyonla öğrettiğin teorilerle
bilgiyi uygulamaya aktarması ve de başarılması sonucu bilgileri
kalıcı olarak öğrenmiş oluyorlar. Bu sebeple tüm öğretmen
adayları STEM kariyerlerini geliştirip öğrencilerine uygulamaya
ları öğretilmelidirler düşünüyordum.

İlerde öğrencilerimde bu tarz adımlarda yapmadı istem. Onların
bu adımlar kısmında çözüm yolları araması ve bu sırada bir
peşime düşmemesi beni mutlu eder. STEM çalışmalarında bulunmak
isterim. Bu çalışmalar beni kendi alanımdaki konularında uzmanlaştırmamı
sağlayabilir.

STEM'i çok yarı buluyorum. Öğrenciler ahlaklarını
cümleye yönelik projeler. Ben öğretmen olduğumda öğren-
cilerimde böyle bir projeye kendilerini geliştirmelerini
isterim.

STEM projelerine hayatım boyunca devam etmek
ve ya ramde bulunmak isterim. Çünkü sürekli gelişen
ve değişen dünyaya ancak bu şekilde bir şey-
ler yaparak katkı sağlanabilir.

STEM kariyer anlamında düşünce düzeyinde yapar, uygular
araştırmalar yaparak, derine sınıra yolunu kullanarak
bir yıl izlediği için kariyerde üst sınırlara
gelmeğe yardımcı olacaktır. Başarı ortamlarında da
büyük rol oynayacaktır.

STEM uygulamada önce STEM'in ileride kariyerimizde bu kadar yararlı olacağını, fen matematik mühendislik ve teknolojinin birbiri içinde olduğu olduğunu, fen ve matematik konularını daha kolay öğrenebileceğimizi düşünmüştük. Şimdi STEM uygulamasının derslerin birbiri ile ilgili olduğunu, öğrenciye konuları daha anlamlı bir şekilde verebileceğimizi, konuları birbiri içinde ilişkilendireceğimizi öğrendim.

Şekil 3.7. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM kariyeri anlayışlarında yaptığı değişime ilişkin düşüncelerinden örnek alıntılar

Tablo 3.14. STEM Alanlarının Öğrenci Öğrenmesinde Nasıl Kullanılması gerektiği konusunda Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Uygulama Sonrası Düşüncelerindeki Değişime İlişkin Bulgular

Tema	Kod Tanımlaması	Frekans ve Yüzde f-(%)
STEM Alanlarının Kullanımı	Her fen ünitesinde STEM alanlarının kullanılmasını gerektiren en az bir aktivite yapma Okul içi STEM atolye çalışmalarını	9 (% 25)
	Okul dışı araştırma ve tasarım görevleri verme	9 (% 25)
	Fen derslerinde basit mazemelerle bireysel tasarımlar yapmalarını sağlama	11 (% 30.55)
	Öğrencilerin STEM aktivitelerini işbirlikli ve takım çalışması halinde sürdürmeleri	6 (% 16.66)
	Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM aktivite kontrol ölçütleri oluşturması ve süreci buna uygun takip etme	3 (% 8.33)
	Öğrencilerin STEM uygulamalarının bazıları sadece çizim ve basit materyallerle tasarım bazıları ise tüm STEM alanlarının aktivite içinde kullanılmasını gerektiren bir planlama içermelidir.	4 (% 11.11)

Tablo 3.14'te fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonrasında STEM alanlarının öğretimde nasıl kullanılması gerektiği konusunda anlayışlarındaki değişime ilişkin içerik analizi bulguları yer almaktadır. Tablo 3.14 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM alanlarının öğretimde nasıl kullanılması gerektiği konusunda anlayışlarındaki değişime ilişkin en çok ifade ettikleri kod f=11 ile "fen derslerinde basit mazemelerle bireysel tasarımlar yapmalarını sağlama" olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte tüm öğretmen adaylarının STEM

alanlarının öğretimde nasıl kullanılması gerektiği konusunda toplamda 6 temel kod altında fikirler ortaya koydukları anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM alanlarının öğretimde nasıl kullanılması gerektiğine ilişkin ifadelerinden örnekler Şekil 3.8'de sunulmuştur.

Bu bilimler kullanırken birbirine entegre ederek kullanılmaldır.
Probleme yönelik çözüm geliştirirken farklı konularda fen, matematik, teknoloji ve mühendislik konularını bütünleştirerek çözüm yolu geliştirilmelidir.

mühendislik, bilgisayar bilimleri) nasıl uygulanmalıdır?
matematik tabanlı fen ile ilişkilendirerek hangi sistemin kullanıldığı düşünülüp uygulanmalıdır. Matematik kısmında ise kullanılan matematik sistemle ve hesaplamalar yapılarak uygulanmalıdır.
mühendislikte de fen ve matematik boyutları göz önünde bulundurularak ürünün son hali çizilmelidir.
Teknoloji kısmında ürünün ortaya koyduğu ve üretilmesi için gerekli bilgi verilmelidir.

Yaptığımız her adımı kayıt etmeli ve not almalıyız. Uyguladığımızın neden olmadığını da not ederek ilerleme kaydedebiliriz. Her adımdan tek tek düşünmeliyiz. (fen, mat., mühendislik, bilgisayar bilimleri). Basit materyallerle ve ekonomik maddelerle de mükemmel sonuçlar elde edilebileceği biliniz. Bakış açısını geliştirip, yaşamın her anında bir olay yaşayıp bir öğrisim yapınca bunu STEM de uygulayabiliriz. Farklı alanlardaki konuları birleştirme yeteneği sağlanmış olur. (STEM'de)

Uygulanabiliriz esnasında fen ve matematik hesaplamaları çok zorlanmaz. Yalnız Mühendislik ve tasarım boyutlarında düşünme ve uygulamada kişisel özel standartlar kettim. Daha ucuzlukla kişisel unsurlardan yararlanarak en iyi şekilde en hızlı ve en uygun şekilde katabiliriz.

model: oluştururken doğa da var olan dizeyi izleyip fen boyutu formül veya teorik bilgi ile çözümlene ketti. sağ modelin fen boyutu oluşturulur. matematik kısmında genel hesaplamalar ve ölçümler yaparak kette sağlar. mühendislik ise fen boyutu ve matematik boyutları göz önünde alarak doğru bağlantılar yaparak tasarımı yapmasıdır. Bilgisayar bilimleri projenin tamamlanması ve üretimin olmasını ketti, sağlayacaktır.

Öncelikle tasarımcı model iyi düşünülmalıdır. ve bir ortam yapılmalıdır. Bu ortam bir bilgisayar ortamında olabilir. Matematiksel hesaplar, fen için büyük iyi bir şekilde PST'den geçirilmelidir. Teknoloji ve Mühendislik tasarım sırasında deveye girer ancak insanoğlunun kullanılır.

Fen şu şekilde uygulanmalıdır. Her şeyi bir deneyde her şey fen bağlamını, kuralları, kanununu kullanılır. Onu yapıp birde bunu sistemle doğrultmaları gerekir. Her şey fen bağlamının nerde nasıl kullandıklarını belirtmeleri gerekir. Matematik: Daha çok matematiksel sistemler, verilerin yazmalarını isterim. Mühendislik: Her şeyi projede yaptıkları deneme yazmaları bilimsel bir dille yazmalarını isterim. Teknoloji: Her şeyi projede teknolojiyi nasıl uygulayacakları

Farklı disiplinler birbirini içinde ilişki. Olsa da her şeyin kendine özgü özellikleri vardır. Uygulamada önce gerekli bilgiler verilmelidir. Fen bağlamında fenle alakalı kavramlar olmalı. Uygulamada mat. hesaplar, ölçümler yapılabilir. Mühendislik bağlamında yapılan model farklı ortamlarda kullanılabilir. Teknoloji de ise kullanılacak her türlü malzeme geliştirilerek uygun bir şekilde kullanılabilir.

STEM projeleri çalışmalarında fen ve matematik kavramının üzerine mühendislik ve teknolojiyi entegre ederek ve aynı bir disiplin ruhuyla öğrenim stratejisi kullanılmalıdır. farklı kavramlar birbirini ile bağlantılıdır. Örneğin fiziksel bir süreçte, matematiğin hesapları, gibi uygulanır.

İlk önce STEM kavramları açıklanmalı. Onu benzer bir çok video ile izletilmeli. ve model tasarımcıdan her aşama dikkatle olumsuz yönleri tek tek not edilmelidir. Olumsuz yönlerinin sebepleri araştırılıp bulunmalı. Her şeyi model nasıl ilişkilendirilebilir diye düşünülür. Teknoloji bağlamı araştırılır.

Şekil 3.8. STEM alanlarının öğrenci öğrenmesinde nasıl kullanılması gerektiği konusunda fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulama sonrası düşüncelerindeki değişime ilişkin örnek alıntılar

Tablo 3.15. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEM Anlayışlarını geliştirmek için Verilmesi Gereken Fırsatlar Nasıl Olmalıdır

Tema	Kod	Frekans ve Yüzde f –(%)
STEM'i Kavrama Uygulamaları	Mühendislik tasarım aktiviteleri oluşturma	7 (% 19.44)
	STEM atolye dersleri oluşturma	13 (% 36.1)
	STEM lisans bitirme ödevleri	9 (% 25)
	STEM takım çalışması performans ödevleri	6 (% 16.66)
	Fen bilimleri disiplinleri dersleriyle uyumlu STEM uygulamaları	10 (% 27.77)
	Matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarından uzmanlarla STEM aktivitesi işbirliği	5 (% 13.88)
	Mühendislik tasarımları üzerine fen, matematik ve teknoloji boyutlarını tartışılmasına yönelik çalıştaylar	3 (% 8.33)

Tablo 3.15’de fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonrasında öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlar konusunda anlayışlarındaki değişime ilişkin içerik analizi bulguları yer almaktadır. Tablo 3.15 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlara ilişkin en çok ifade ettikleri kod f=13 ile “STEM atolye dersleri oluşturma” olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte tüm öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlar konusunda toplamda 7 temel kod altında fikirler ortaya koydukları anlaşılmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlara ilişkin ifadelerinden örnekler Şekil 3.9’da sunulmuştur.

Stem meteryalleri ve uygulamaları sergileri yapılabilir, Derslerde uygulanabilir, Stemle ilgili konferanslar yapılabilir
Stem öğrenme sergileri yapılabilir, Öğretmenlere kurs verilebilir.

Adyılara uygun ortamlar sunulmalıdır.
Yapılan projelerde bağıştirma yapılmalıdır.
Kullanılacak malzeme ortam sıkıntısı olmamalıdır.
STEM ile ilgili bilgiler verilmeli, Nasıl uygulanacağına dair

STEM programı sınıf ortamında yapılması pek uygun değildir.
Bu yüzden laboratuvar ve atölye ortamı sağlanmalıdır.
Ayrıca bu dışarıda yapılırken her alanda ürün listeler bulunmalıdır.

STEM uygulaması yapıldığında yeterli bilgiler verilmesi gerekir.
Bilgi edinme yapıldıktan sonra STEM'e özel laboratuvar olması gerekir.
Lab da farklı uygulamalar ile çalışılması, Ltiyocai döner ve lab da gerekli malzemelerin olmasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

STEM in ve diğer uygulamaların derslerin daha iyi uygulanabilmesi için
inehlikli olarak ne olacağına ilgili bir ön eğitimci kaymak
Buna destekleyecek Seminer, kate, Örnel proje, Rapor vb. herşey
bir ön kaymak öncelikle hedefli olmalıdır.

Öğretmenlere kurs verilebilir, Öğrencilere ders olarak verilebilir.
Derslerin hepsinde yer almasını sağlayacak programlar geliştirilebilir.
STEM projeleri adı altında öğrenciye, öğretmen adaylarına lab. dersleri
verilebilir. Konferans ve seminerler bile düzenlenebilir.

Öncelikle STEM ile ilgili genel bir bilgi verilmelidir. Bu konu hakkında
biz öğretmen adaylarına konferansın verilmesi gerektiğini düşünüyorum.
Pisimlerin yavaş yavaş daha iyi öğrenmelerini STEM uygulamalı
derslerin ortamının uygun olacağını düşünüyorum.

STEM uygulama dersleri verilebilir.
Çünkü öğretmen adaylarını yaparak ve deneyerek daha kalıcı bir öğrenme sağlanmış olur.
Uygulama ortamında farklı kullarda çok boyutlu düşünmeyi öğretir. ve kulları

Şekil 3.9. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmek için verilmesi gereken fırsatlar nasıl olması gerektiğine ilişkin örnek alıntılar

4. SONUÇ ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma sonuçları, tartışma ve son olarakta gelecekteki araştırmalara yön verecek öneriler yer almaktadır. Bu araştırmada tasarım temelli öğrenme uygulamalarının fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmeye etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmış ve bu sonuçlar literatürde yer alan ilgili çalışmalar bağlamında tartışılmıştır.

4.1. STEM Yetkinliği Ölçeği'nden Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM yetkinlik algısı düzeylerinin tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonucunda önemli oranda gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Deneysel grubun uygulama öncesi ve sonrası STEM alanları bazında yetkinlik algısı puanları incelendiğinde önemli bir puan artışı olduğu tespit edilmiştir. Son testten alınan puanların, araştırmanın bitiminden üç hafta sonra uygulanan izleme testi sürecinde korunduğu yine ulaşılan diğer bir sonuç olmuştur. Elde edilen bu sonuç, tasarım temelli öğrenme modelinin STEM yetkinliği algısı üzerine etkisinin araştırıldığı bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Adedokun, Bassenbacher, Parker, Kirkham ve Burgess, 2013; Awad ve Barak, 2018; Berry, McLaughlin ve Cooper, 2018; Butz, Byars-Winston, Leverett, Branchaw, ve Pfund, 2018; Dani, Hartman ve Helfrich, 2017; DeCoito ve Myszkal, 2018; Mentzer, Czerniak ve Duckett, 2019; Lee, Hsu ve Chang, 2019; Thomson, DiFrancesca, Carrier, Lee ve Walkowiak, 2018; Al Salami, Makela ve deMiranda, 2017; Sibuma, Wunnava, John, Anggoro ve Dubosarsky, 2018; Stohlman, Moore ve Roehrig, 2012; Yang, Anderson ve Burke, 2014). Bu araştırmanın sonuçları incelendiğinde, tasarım temelli öğrenme modelinin fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının STEM yetkinlik algıları üzerine benzer ve olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Bu alandaki önemli araştırmalardan Salami ve diğ. (2017) tasarım temelli öğrenme uygulamalarının öğretmenlerin STEM'e karşı yaklaşımlarını inceledikleri çalışmaları, bu araştırmayla önemli oranda paralellik gösterdiğine işaret etmektedir. Bu araştırmacılar K-12 fen bilimleri programına tasarım temelli öğrenmenin entegre edilmesi yoluyla fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik ilgisinin geliştirilebileceğini göstermişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar tasarım temelli öğrenme yoluyla öğretmenlerin STEM

hazırlıklarının oldukça zorlu bir süreç olduğuna işaret etmişlerdir. Özellikle birçok hazırlık öğretmenin STEM becerilerini ve yetkinliklerini geliştirmeye ihtiyaç duyduğunu ortaya koymuşlardır. Yine diğer bir çalışmada, Jaipal-Jamani ve Angeli (2017) öğretmen adaylarının robot tasarımları yoluyla STEM'e ilişkin yeterlilik algısı gelişmelerinin incelendikleri çalışmaları, araştırmamızla tutarlı önemli sonuçlara işaret ettiği anlaşılmaktadır. Araştırmacılar bu çalışmalarında lisans fen öğretimi dersinde robotik tasarım üzerine fen bilimleri öğretmen adaylarını çalıştırarak STEM'e karşı yeterliliklerinin gelişimini incelemişlerdir. Araştırma sonuçları öğretmen adaylarının eğitiminde robotik tasarım süreçlerinin kullanılması onların STEM yeterliliklerini önemli oranda geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bir başka araştırmada Bell, Morrison-Love, Wooff ve McLain (2018) STEM eğitimi üzerine öğretmenlerin beklentilerine, tasarım temelli öğrenmenin keşfedilmesinin etkisini incelemişlerdir. Bu araştırmanın sonuçları tasarımsal düşünceler yoluyla STEM disiplinlerini öğretmeye ilişkin beklentilerinin yükseldiğini ortaya koymuştur. Tüm bu çalışmalar değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM yeterliliği ve ilgilerini geliştirmek için tasarım temelli eğitim süreçlerine ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Fan, Yu ve Lou (2017) tasarım temelli STEM öğrenme süreçlerinde başarılı olmada tutum, ilgi ve metabilişin anahtar faktörler olduğuna dikkat çekmektedir. Bu durum değerlendirildiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarıma dayalı STEM yetkinliği algılarının gelişimi, STEM öğrenme motivasyonlarını doğrudan etkileyeceği şeklinde yorumlanabilir.

4.2. STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formundan Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM alanları bilgisi düzeylerinin tasarım temelli öğrenme uygulamaları sonucunda önemli oranda gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Deneysel grubun uygulama öncesi ve sonrası STEM alanları bilgi puanları incelendiğinde tüm STEM alanları bilgisi bakımından önemli puan artışları olduğu tespit edilmiştir. Son testten alınan puanların, araştırmanın bitiminden üç hafta sonra uygulanan izleme testi sürecinde korunduğu yine ulaşılan diğer bir sonuç olmuştur. Bununla birlikte deneysel grubun uygulama öncesi ve sonrası aldıkları STEM alan bilgisi puanlarına ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonucunda tüm alanlardaki bilgi düzeyi bakımından anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç

tasarım temelli öğrenme modelinin fen bilimleri öğretmen ve adaylarının STEM alanları bilgisi üzerine etkisinin araştırıldığı bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Aydın-Günbatar, Tarkın-Çelikkıran, Kutucu ve Ekiz-Kıran, 2018; Barak ve Assal, 2018; Guzey, Harwell, Moreno, Peralta ve Moore, 2017; Novak ve Wisdom, 2018). Bu araştırma sonuçları incelendiğinde, tasarım temelli öğrenme modelinin fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının STEM alanları bilgisi üzerine benzer ve olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Bu araştırmalardan Fan, Yu ve Lou (2017) bu araştırmayla önemli benzerliklere sahiptir. Özellikle tek bir grup üzerinde tasarım temelli deneysel uygulamanın sonuçlarını ortaya koymaları bakımından oldukça benzerdir. Bu çalışmalarında araştırmacılar tasarım uygulamalarının, STEM alanları kavramsal bilgisini geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğunu göstermişlerdir. Diğer bir araştırmada yine Fan ve Yu (2017) STEM uyumlu mühendislik tasarımı çalışmalarının kavramsal bilgi alanında öğrenme performansını önemli bir şekilde etkilediğini ve geliştirdiğini göstermişlerdir. Bu araştırmanın sonuçları yukarıda ifade edilen araştırma sonuçlarıyla değerlendirildiğinde öğretmen hazırlık programlarında tasarım temelli STEM öğrenme modelinin kullanımı STEM alanları bilgisini geliştirmede pozitif etkilere sahip olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.3. STEM Görüşme Formundan Elde Edilen Bulguların Sonuç ve Tartışması

Bu araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarından görüşme formu yoluyla elde edilen nitel bulguların sonuçları, nicel bulguları daha anlamlı hale getirmede önemli bir destek sağlamaktadır. Görüşme bulgularının sonuçları fen bilimleri öğretmen adaylarının, tasarım temelli öğrenme süreçleri sonrasında beş temel STEM eğitimi temasına yoğunlaştıklarına işaret etmektedir. Bu temalar; STEM’de anlayış değişimi, beceri gelişimi, STEM kariyeri beklentisi, STEM alanlarının kullanımı ve STEM’i öğrenme ve öğretme uygulamaları şeklindedir. Elde edilen bu sonuç fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi anlayışları üzerine tasarım temelli öğrenme modelinin etkisinin araştırıldığı bazı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Dani, Hartman ve Helfrich, 2018; Dare, Ellis ve Roehrig, 2018; deChambeau ve Ramlo, 2017; French ve Burrows, 2018; Price, Kares, Segovia ve Loyd, 2018). Bu araştırmaların sonuçları incelendiğinde, tasarım temelli öğrenme modelinin fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının STEM alanlarını nasıl bütünleştirdiği, yaratıcı düşünme, takım

çalışması ve işbirliği, araştırma/sorgulama, problem çözme, ve STEM'i öğrenme ve öğretme yaklaşımlarına yönelik anlayış değişimine yol açtığı ve olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Bu araştırmalardan Kim, Oliver ve Kim (2018) çalışmalarında tasarım temelli öğrenme süreçleriyle ilişkili fen bilimleri öğretmen adaylarının anlayışlarını incelemiştir. Araştırmacılar tasarım temelli öğrenme süreçlerinin yeni bir fen bilimleri öğretmen eğitimi modelini yapılandırmada etkili bir yol olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tasarımsal uygulamalar içerisinde çalışan fen bilimleri öğretmen adaylarının özellikle daha yaratıcı ve sistematik düşündüklerini tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışmada Retna (2016) tasarımsal düşünceye odaklanan bir yaklaşım içerisinde yer alan öğretmenlerin beklentilerini incelemiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar tasarımsal düşünme yoluyla gerçekleştirilen uygulamaların öğretmenlerde yaratıcılığı, problem çözmeyi, iletişim becerisini, takım çalışmasını ve başkalarının düşüncelerini dikkate alma gibi bir takım bilişsel ve sosyal beceriler konusunda gelişimi desteklediğine vurgu yapmaktadır. Başka bir çalışmada ise Shahali, Halim, Rasul, Osman ve Zulkifeli (2017) tasarım temelli uygulamalar yoluyla STEM öğrenme ilgisinin gelişimine odaklanmışlardır. Bu araştırmanın sonuçları özellikle STEM kariyeri konusunda uygulama sonrasında önemli pozitif değişimlerin olduğunu göstermiştir. Yine Erdogan ve Ciftçi (2017) fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusundaki görüşlerini incelemiştir. Bu araştırmanın sonuçları aday öğretmenlerin STEM bilgilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalara ihtiyaç duyduklarını ve bu konuda istekli olduklarını göstermiştir. English, King ve Smeed (2017) ise mühendislik tasarımı uygulamaları yoluyla entegre STEM öğrenmeyi iletme konusunda bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları özellikle STEM alanları bilgisini nasıl etkili bir şekilde kullanabileceğine yönelik anlayış geliştirdiklerini ortaya koymuştur. Tasarım temelli öğrenme uygulamalarının öğretmen adaylarının STEM anlayışlarında yapmış olduğu değişiklikler konusundaki görüşleri incelendiğinde böyle bir uygulamanın onlar için STEM eğitimi kavramında önemli bir deneyim olduğuna işaret etmektedir. Özellikle bir tasarımsal düşünce etrafında STEM alanlarının araştırma/sorgulama ve problem çözme süreçleri yoluyla nasıl entegre edildiğini anlamada oldukça önemli bir öğrenme yaklaşımı olduğunu göstermiştir.

Araştırmanın hem nicel hemde nitel bulgularının sonuçları, tasarım temelli öğrenmenin fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM anlayışlarını geliştirmede önemli etkileri

olduğunu ortaya koymuştur. Tasarım temelli öğrenme modeli meslek öncesi hazırlıkta fen bilimleri öğretmen adaylarının özellikle STEM yetkinliği, alan bilgisi, kariyer beklentileri, beceri gelişimi ile STEM'i öğrenme ve öğretme anlayışlarını geliştirmeye anlamlı şekilde etki yaptığı görölmüştür. Araştırma süreci ve bulguları, tasarım temelli öğrenme süreçleri içerisinde öğretmen adaylarının nasıl meşgul olmalarını gösteren örnek bir uygulama modeli olarak literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünölmektedir. Özellikle bu araştırma fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarıma dayalı STEM düşöncesi oluşturmaları, tasarım temelli araştırma ve uygulama süreçlerini anlamaları ve yüksek öğretimde STEM anlayışlarını ilerletme ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik örnek pedagojik yapılanmayı ifade etmektedir.



ÖNERİLER

Bu araştırmaya dayalı olarak gelecekteki araştırmalar ve uygulayıcılara şu öneriler yapılabilir;

- ✓ Meslek öncesi fen bilimleri öğretmen hazırlığında tasarım temelli öğrenmeler lisans dersleriyle bütünleştirilerek öğretmen adaylarının gelecekte öğrencileri için uygulayacakları tasarıma temelli STEM öğrenme süreçlerini daha etkili kavramaları sağlanabilir.
- ✓ Meslek öncesi hazırlıkta öğretmen adaylarının fen bilimlerinde öğrenmekte zorlandıkları konuları tasarım temelli öğrenme uygulamaları yoluyla daha kolay anlamaları sağlanabilir.
- ✓ Bu araştırma 3. Sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılmıştır, bununla birlikte her sınıf düzeyinde tasarım temelli öğrenme uygulamaları ders programlarına dahil edilebilir.
- ✓ Öğretmen adaylarının daha kapsamlı ve farklı konularda tasarım temelli öğrenme uygulamalarına katılmalarının STEM'i etkili bir şekilde kavramalarına fayda sağlayacağı düşünülmektedir.
- ✓ Fen bilimleri öğretmen adaylarının tasarıma dayalı bir STEM aktivitesi geliştirmeleri lisans bitirme çalışması olarak programa dahil edilebilir.
- ✓ Üniversitelerde fen bilimleri öğretmen adayı eğitimcilerinin tasarım temelli STEM uygulamalarını derslerinde nasıl uygulayacaklarına yönelik eğitim programları düzenlenebilir.

KAYNAKÇA

- Adedokun, O. A., Bessenbacher, A. B., Parker, L. C., Kirkham, L. L., & Burgess, W. D. (2013). Research skills and STEM undergraduate research students' aspirations for research careers: Mediating effects of research self-efficacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 940–951.
- 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?. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-TurkiyeRaporu-2015.pdf>, (8.01.2018).
- Al Salami, M. K., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 63–88.
- Albrecht, B., & Gomez, A. (2014). Building Blocks for STEM Success: How Wisconsin schools are systematically meeting students' educational and career development needs. ASQ Education Brief: STEM Edition February 2014. <http://asq.org/edu/2014/02/career-development/building-blocks-for-stem.pdf>, (13.12.2017)
- Alexander, P. A. (2017). Relational Reasoning in STEM domains: A foundation for academic development. *Educational Psychology Review*, 29, 1–10.
- Allendoerfer, C., Wilson, D., Kim, M. J., & Burpee, E. (2014). Mapping beliefs about teaching to patterns of instruction within science, technology, engineering, and mathematics. *Teaching in Higher Education*, 19(7), 758–771.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem Based Learning*, 6(2), 85-125.
- Asunda, P. A. (2014). A conceptual framework for STEM integration into the curriculum through career and technical education. *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 3–16.

- Asunda, P. A., & Mativo, J. (2016). Integrated STEM: A new primer for teaching technology education. *Technology and Engineering Teacher*, 75, 8–13.
- Aşık, G., Doğança Küçük, Z., Helvacı, B., & Corlu, M. S. (2017). Integrated teaching project: A sustainable approach to teacher education. *Turkish Journal of Education*, 6(4), 200-215.
- Avery, Z. K., & Reeve, E. M. (2013). Developing effective STEM professional development programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 55–69.
- Awad, N., & Barak, M. (2018). Pre-service science teachers learn a science, technology, engineering and mathematics (STEM)-oriented program: The case of sound, waves and communication systems. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1431-1451.
- Aydağül, B., & Terzioğlu, T. (2014). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin önemi. *TÜSİAD Görüş Dergisi*, 85, 13-19.
- Aydın-Günbatır, S. A., Tarkın-Çelikkıran, A., Kutucu, E. S., & Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective stem course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972.
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23, 112–118.
- Ball, C., Huang, K-T., Cotten, S. R., & Rikard, R. V. (2017). Pressurizing the STEM pipeline: An expectancy-value theory analysis of youths' stem attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 372–382.
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: Students' achievements in assignments according to the p3 task taxonomy – practice, problem solving, and project. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 121-144.
- Barrett, B. S., Moran, A. L., & Woods, J. E. (2014). Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school

- students. *International Journal of STEM Education*, 1(6). doi:10.1186/2196-7822-1-6.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. In L. Wilkerson, & W. H. Gijsselaers (Eds.), *New directions for teaching and learning* (pp.3–11). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-Based Learning*. New York, NY: Springer Publishing.
- Bartholomew, S. R., & Strimel, G. J. (2017). Factors influencing student success on open-ended design problems. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 753–770.
- Beede, D., Julian, T., Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. (2011). *Women in STEM: A gender gap to innovation*. Washington, DC: U.S. Department of Commerce.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 61–79.
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: A phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61–79.
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D., & McLain, M. (2018). STEM education in the twenty-first century: Learning at work—an exploration of design and technology teacher perceptions and practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 721–737.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A., & Feder, M. (2009). *Learning science in informal environments: People, places, and pursuits*. Washington, DC: National Academies Press.
- Bellanca, J. A., & Brandt, R. S. (2010). *21st century skills: Rethinking how students learn*. (Tree Press). Bloomington, IN: Solution.

- Berry, A, McLaughlin, P., & Cooper, G. (2019). 'Building STEM Self-Perception and Capacity in Pre-Service Science Teachers through a School-University Mentor Program' in Tasos Barkatsas, Nicky Carr and Grant Cooper (eds.), *STEM Education: An Emerging Field of Inquiry*. (pp. 190-207). Koninklijke Brill NV, Leiden, Netherlands.
- Bıçer, B. G., Uzoğlu, M., & Bozdoğan, A. E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin stem hakkındaki görüşlerinin belirlenmesine yönelik ölçek geliştirme çalışması. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 551-574.
- Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Zileli, E. (2019). Yatılı bölge ortaokulu öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik kariyer farkındalığının araştırılması. *Kastamonu Education Journal*, 27(2), 785-797.
- Böke, K. (2011). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. (3. Baskı). Alfa Yayınları, İstanbul.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5–9.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM roadmap: A framework for integration* (pp. 23–37). London: Taylor & Francis.
- Buldu, N., Buldu, M., & Buldu, M. (2014). Türkiye’de anasınıflarında ve ilkokul 1, 2 ve 3. sınıflarda fen öğretimi üzerine bir kalite değerlendirmesi. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 214-232.
- Burghardt, D., & Hacker, M. (2004). Informed design: A contemporary approach to design pedagogy as a core process in technology. *The Technology Teacher* 63(1), 6–8.
- Burrows, A., & Slater, T. (2015). A proposed integrated STEM framework for contemporary teacher preparation. *Teacher Education and Practice*, 28(2/3), 318–330.
- Butz, A., Branchaw, J., Pfund, C., Byars-Winston, A., & Leverett, P. (2018). Promoting STEM trainee research self-efficacy: A mentor training intervention. *Understanding Interventions Journal*, 9(1).

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: National Science Teachers Association.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology & Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Capraro, R. M., & Corlu, M. S. (2013). Changing views on assessment for STEM projectbased learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro & J. J. Morgan (Eds.), *STEM projectbased learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (pp. 109–118). Boston, MA: Sense Publishers.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. (Eds.). (2013). *Project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (2nd ed.). Rotterdam: Sense.
- Caprile, M., Palmen, R., Sanz, R., & Dente, G. (2015). Encouraging STEM studies for the labour market.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). STEM. Georgetown University, Center on Education and the Workforce, <https://georgetown.app.box.com/s/cyrrqbjyirjy64uw91f6> (19.05.2017)
- Carr, R. L., Bennett, L. D., & Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 U.S. states: An analysis of presence and extent. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 539– 564.
- Carter, L. (2015). The road less travelled: Globalisation, neoliberalism and science education. In J. Zajda (Ed.), *The international handbook globalisation and education policy research* (pp. 839–850). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Cavlazoglu, B., & Stuessy, C. (2017). Changes in science teachers' conceptions and connections of STEM concepts and earthquake engineering. *The Journal of Educational Research*, 110 (3), 239–254.

- Chalmers, C., Carter, M. (Lyn), Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “big ideas” to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(1), 25-43.
- Chalmers, C., Carter, M. L., Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “Big Ideas” to advance the teaching and learning of science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*(1), 25-43.
- Charlton, A. (2017). *Design Thinking and 21st century skills to create a customised test tube rack*. A community engagement Project. ResearchGate.
- Christensen, B. T., & Schunn, C. D. (2007). The relationship of analogical distance to analogical function and preinventive structure: The case of engineering design. *Memory and Cognition, 35*(1), 29–38.
- Cook, N. D., & Weaver, G. C. (2015). Teachers’ implementation of project-based learning: Lessons from the research goes to school program. *Electronic Journal of Science Education, 19*(6), 1-45.
- Corlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Educational Sciences: Theory & Practice, 13*, 2477–2485.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). FeTeMM eğitimi ve alan öğretmeni eğitime yansımaları. *Eğitim ve Bilim, 39*(171).
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, Quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design. Qualitative, quantitative and mixed method approaches* (3rd ed.). London: Sage.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education, 101*(4), 738– 797.

- Çayan, Y., & Karşlı, F. (2015). Fiziksel ve kimyasal değişim konusundaki kavram yanılgılarının giderilmesinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1437-1452.
- Çorlu, M. A., Adıgüzel, T., Ayar, M. C., Çorlu, M. S., & Özel, S. (2012, Haziran). Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (BTMM) eğitimi: disiplinler arası çalışmalar ve etkileşimler. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuş bildiri, Niğde.
- Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula
- Dağyar, M., & Demirel, M. (2015). Probleme dayalı öğrenmenin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(181), 139-174.
- Dani, D., Hartman, S. L., & Helfrich, S. (2018). Learning to teach science: Elementary teacher candidates facilitate informal STEM events. *The New Educator*, 14(4), 363–380.
- Dare, E., Ellis, J., & Roehrig, G. (2018). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM curricular units through a phenomenological multiple case study. *International Journal of STEM Education*, 5(4), doi: 10.1186/s40594-018-0101-z.
- deChambeau, A., & Ramlo, S. (2017). STEM high school teachers' views of implementing PBL: An investigation using anecdote circles. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1), 7.
- DeCoito, I., & Myszkal, P. (2018). Connecting science instruction and teachers' self-efficacy and beliefs in STEM education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(6), 485-503.
- deFreitas, E., Lupinacci, J., & Pais, A. (2017). Science and technology studies × educational studies: Critical and creative perspectives on the future of STEM education. *Educational Research*, 53(6), 551–559.
- Demirci, B. (1993). Çağdaş Fen Bilimleri Eğitimi ve Eğitimcileri. *H.Ü.Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 155-160.

- Deveci, İ. (2019). Reflections with regard to Entrepreneurial Project (E-STEM) Process on the Life Skills of Prospective Science Teachers: A Qualitative Study. *Journal of Individual Differences in Education*, 1(1), 14-29.
- Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2016). 2020 vision: envisioning a new generation of STEM learning research. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 1–10.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). *The Power of Problem-Based Learning*, Stylus, Sterling, VA.
- Dumas, D., Schmidt, L. C., & Alexander, P. A. (2016). Predicting creative problem solving in engineering design. *Thinking Skills and Creativity*, 21, 50–66.
- Duschl, R. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.
- Edmunds, J., Arshavky, N., Glennie, E., Charles, K., & Rice, O. (2017). The relationship between project-based learning and rigor in STEM-focused high schools. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(3). Available at: <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1618>.
- Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74.
- English, L. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8.
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24.
- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2 (14). doi: 10.1186/s40594-015-0027-7.
- English, L. D., Arleback, J. B., & Mousoulides, N. (2016). Reflections on progress in mathematical modelling research. In A. Gutierrez, G. Leder & P. Boero

- (Eds.), *The second handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 383–413). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research, 110*(3), 255–271.
- Epstein, D., & Miller, R. T. (2011). Elementary school teachers and the crisis in STEM education. *The Education Digest, 77*(1), 4-10.
- Erdoğan, I., & Çiftçi, A. (2017). Investigating the views of pre-service science teachers on stem education practices. *International Journal of Environmental and Science Education, 12*(5), 1055-1065.
- Ergün, A., & Balçın, M. D. (2019). Probleme dayalı FeTeMM uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Sınırsız Eğitim ve Araştırma Dergisi, 4*(1), 40–63.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi, 4*(3), 43-67.
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: A professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM education, 4*(6), 1–16.
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J. Townsend, L.W., & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys. 120th ASSE Annual Conference & Exposition. Atalanta.
- Fallik, O., Rosenfeld, S., & Eylon, B.-S. (2013). School and out-of-school science: A model for bridging the gap. *Studies in Science Education, 49*, 69–91.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2016). Core value and implementation of the science, technology, engineering, and mathematics curriculum in technology education. *Journal of Research in Education Sciences, 61*(2), 153–183.

- Fan, S-C., & Yu, K-C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107–129.
- Fan, S-C., Yu, K-C., & Lou, S-J. (2017). Why do students present different design objectives in engineering design projects? *International Journal of Technology and Design Education*. doi:10.1007/s10798-017-9420-5.
- Fırat, M., Kabakçı Yurdakul, I., & Ersoy, A. (2014). Bir eğitim teknolojisi araştırmasına dayalı karma yöntem araştırması deneyimi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 64–85.
- French, D. A., & Burrows, A. C. (2018). Evidence of science and engineering practices in preservice secondary science teachers' instructional planning. *Journal of Science Education and Technology*, 27(6), 536–549.
- Friday Institute for Educational Innovation (2012). *Middle/high school student attitudes toward STEM survey*. Raleigh, NC: Author.
- Frykholm, J., & Glasson G. (2005). Connecting science and mathematics instruction: pedagogical context knowledge for teachers. *School Science and Mathematics*, 105(3), 127–141.
- Gadanidis, G., Hughes, J. M., Minniti, L., & White, B. J. G. (2017). Computational thinking, grade 1 students and the binomial theorem. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 77-96.
- Gallagher, S. A., & Stepien, W. (1996). Content acquisition in problem-based learning: Depth versus breadth in American studies. *Journal of Educational Gifted*, 19, 257-275.
- Gelen, B., Akçay, B., Tiryaki, A., & Benek, İ. (2019). Fen bilimleri öğretmen adaylarının Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (FeTeMM)'e Yönelik Özyeterlik Ölçeği: Türkçe'ye uyarlama, geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 15(1), 88-107.
- Gencer, A. S. (2017). Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: fırıldak etkinliği. *Journal of Inquiry Based Activities*, 5(1), 1-19.

- Grubbs, M. (2013). Robotics Intrigue middle school students and build STEM skills. *Technology and Engineering Teacher*, 72(6), 12–16.
- Grubbs, M. E., & Strimel, G. (2015). Engineering design: The great integrator. *Journal of STEM Teacher Education*, 50(1), 77–90.
- Guzey S.S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to measure students' attitudes toward STEM. *School Science and Mathematics*, 114(6), 271–279.
- Guzey, S. S., A. Ring-Whalen, E., Harwell, M., & Peralta, Y. (2019). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23-42.
- Guzey, S. S., Harwell, M., Moreno, M., Peralta, Y., & Moore, T. (2017). The impact of design-based STEM integration curricula on student achievement in science, engineering, and mathematics. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 207–222.
- Guzey, S. S., Tank, K., Wang, H., Roehrig, G., & Moore, T. (2014). A high-quality professional development for teachers of grades 3-6 for implementing engineering into classrooms. *School Science and Mathematics*, 114(3), 139–149.
- Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 11(1), 63–76.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. (2003). İlköğretimde fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 80–88.
- Harlow, D. B. (2012). The excitement and wonder of teaching science: What pre-service teachers learn from facilitating family science night centers? *Journal of Science Teacher Education*, 23, 199-220.

- Harris, R. (2019). *Engaging Urban Students in Engineering Design to Determine Shifts in Attitudes Toward STEM*. Doctoral Dissertation, University of Pittsburgh. (Unpublished)
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235–266.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42, 99–107.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington: National Academies Press.
- Hora, M. T., & Oleson, A. K. (2017). Examining study habits in undergraduate STEM courses from a situative perspective. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–19. doi:10.1186/s40594-017-0055-6
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (2012). *Incorporating engineering design challenges into STEM courses*.
<http://ncete.org/flash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf>. [Erişim Tarihi: 2.11.2017]
- Hunter, R., Hunter, J., Jorgensen, R., & Choy, B. H. (2016). Innovative and powerful pedagogical practices in mathematics education. In K. Makar, S. Dole, M. Goos, J. Visnovska, A. Bennison & K. Fry (Eds.), *Research in mathematics education in Australasia 2012–2015* (pp. 213–234). Dordrecht, The Netherlands: Springer International Publishing.
- International Technology Education Association (ITEA). (2000). Standards for technological literacy: Content for the study of technology. Reston, VA: Author
- 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, 175–192.
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data, *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284–301.

- Johnson C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics, 113*(8), 367–368.
- Johnson, R. B., & Turner, L. (2003). "Data Collection Strategies in Mixed Methods Research," in *Handbook of Mixed Methods* in Social and Behavioral Research, A. Tashakkori and C. Teddlie (eds.), Thousand Oaks, CA: Sage Publications, pp. 297-320.
- Katsomitros, K. (2013). The global race for STEM skills, The observatory on borderless highereducation. http://www.obhe.ac.uk/newsletters/borderless_report_january_2013/global_race_for_stem_skills, (22.05.2017).
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education . *International Journal of STEM Education, 3*(11)1-11.
- Kennedy, T., & Odell, M. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International, 25*(3), 246–258.
- Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education, 41*(3), 320–330.
- Kızılay, E., Yamak, H., & Kavak, N. (2019). High School Students that Consider Choosing Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Fields for their University Education. *Science Education International, 30*(1), 4-10.
- Kier, M., Blanchard, M., Osborne, J., & Albert, J. (2014). The development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education, 44*, 461–481.
- Kiley, M., Mullins, G., Peterson, R., & Rogers, T. (2000). *Leap into...Problem-based learning*. Adelaide: University of Adelaide.
- Kim, D., & Bolger, M. (2017). Analysis of korean elementary pre-service teachers' changing attitudes about integrated STEAM pedagogy through developing lesson plans. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15*, 587-605.

- Kim, E., Oliver, J. S., & Kim, Y. A. (2018). Engineering design and the development of knowledge for teaching among preservice science teachers. *School Science and Mathematics*, 119, 24–34.
- King, D. T., & English, L. D. (2017). Engineering design in the primary school: Applying STEM concepts to build an optical instrument. *International Journal of Science Education*, 18, 2762–2794.
- King, D., & English, L. (2016). Designing an optical instrument: A culminating STEM activity for a primary science light unit [online]. *Teaching Science*, 62(4), 15–24.
- King, N. S. (2017). When teachers get it right: voices of black girls’ informal STEM learning experiences. *Journal of Multicultural Affairs*, 2(1), 5.
- Lachapelle C. P., & Cunningham C. M. (2014). Engineering in elementary schools. In: Purzer S, Strobel J, Cardella M (eds) *Engineering in pre-college settings: synthesizing research, policy, and practices* (pp 61–88). Purdue University Press, West Lafayette.
- Langdon, D., McKittrick, G., Khan, B., & Doms, M. (2011). STEM: Good jobs now and for the future. U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics Administration, http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/reports/documents/stemfinaljuly14_1.pdf, (14 May 2017).
- Lantz, H. B. (2009). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: What form? What function?* CurrTech Integrations. <http://www.currttechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>. (13.03.2016).
- Lee, M. H., Hsu, C. Y., & Chang, C. Y. (2019). Identifying Taiwanese Teachers’ Perceived Self-efficacy for Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Knowledge. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 15–23.
- Lin, K. Y., & Williams, P. J. (2015). Taiwanese preservice teachers’ science, technology, engineering, and mathematics teaching intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1- 16.

- Lincoln, Y., & Guba, E. (2002). The only generalization is: There is no generalization. In Gomm, R., Hammersley, M., Foster, P. (Eds.), *Case study method* (pp. 27–44). London: Sage.
- Lucas, B., & Hanson, J. (2016). Thinking like an engineer: Using engineering habits of mind and signature pedagogies to redesign engineering education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 6(2), 4–13.
- Lucas, B., Claxton, G., & Hanson, J. (2014). *Thinking like an engineer: Implications for the education system. A report for the royal academy of engineering standing committee for education and training*. London, UK: Royal Academy.
- Major, T., & Mulvihill, T. M. (2018). Problem-Based Learning Pedagogies in Teacher Education: The Case of Botswana. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1).
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons: Final report*. Melbourne: Australian Council of Learned Academies.
- Martin, B., & Reinking, A. (2018). Key ideas to consider when implementing STEM. *The Journal of the Illinois Council of Teachers of Mathematics*, 64(1), 1-7.
- McGee, Ebony, Bhoomi K. Thakore, and Sandra LaBlance. 2016. “The Burden of Being Model: Racialized Experiences among Asian STEM Students.” *Journal of Diversity in Higher Education* DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/dhe0000022>.
- Melguizo, T. & Wolniak, G. (2012). The Earnings Benefits of Majoring in STEM Fields Among High Achieving Minority Students. *Research in Higher Education*, 53(4), 383–405.
- Mentzer, G. A., Czerniak, C. M., & Duckett, T. R. (2019). Comparison of two alternative approaches to quality STEM teacher preparation: Fast-track licensure and embedded residency programs. *School Science and Mathematics*, 119, 35–48.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.

- Meriç, G. (2004). “*Fen Bilgisi Öğretmeni Yetiştirme Programlarının Örnek Ülkeler Kapsamında Değerlendirilmesi* (Türkiye, Japonya, Amerika ve İngiltere Örnekleri)”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Meriç, G., & Tezcan, R. (2005). Fen bilgisi öğretmeni yetiştirme programlarının örnek ülkeler kapsamında değerlendirilmesi (Türkiye, Japonya, Amerika ve İngiltere örnekleri). *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 62-82.
- Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improve student learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1), 1-6.
- Miaoulis, I. (2009). “Engineering the K-12 curriculum for technological innovation”. In IEEE-USA Today’s Engineer. <http://www.todaysengineer.org/2009/Jun/K-12-curriculum.asp>. (10.06.2017)
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. (2nd edition). Sage.
- Milfort, M. (2012). *An examination of the information technology job market Credentials that work*. Washington, DC: Jobs for the Future.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2016). STEM Eğitimi Raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2017). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıf) tanımı Öğretim Programı Tanıtım Sunusu. https://tegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_06/09163104_Fen_Bilimleri_Dersi_YYr_etim_ProgramY_Karşılaştırmalar.pdf, (18.01.2018).
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. [Çevrim-içi: FEN%20B% C4%B0L% C4%B0MLER% C4%B0%20% C3%96% C4%9ERET% C4%B0M%20PROGRAMI2018%20(2).pdf, (28.02.2018)
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-*

- college settings: Research into practice* (pp. 35–60). West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- Nadelson, L., Seifert, A., Moll, A., & Coats, B. (2012). i-STEM summer institute: an integrated approach to teacher professional development in STEM. *Journal of STEM Education*, 13(2), 69–83.
- National Academy of Engineering (NAE) & National Research Council (NRC). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in K–12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council [NRC]. (2014). *STEM learning is everywhere: summary of a convocation on building learning systems*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Science and Technology Council [NSTC]. (2013). *National Strategy for Civil Earth Observations*. Washington, DC: Executive Office of the President.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press
- Novak, E., & Wisdom, S. (2018). Effects of 3d printing project-based learning on preservice elementary teachers' science attitudes, science content knowledge, and anxiety about teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 27(5), 412-432.

- Office of the Chief Scientist (OCS). (2013). *Science, technology, engineering and mathematics in the national interest: A strategic approach*. Canberra: Australian Government. www.chiefscientist.gov.au/wpcontent/uploads/STEMstrategy290713FINALweb.pdf. (1.07.2017).
- Office of the Chief Scientist. (2014). *Benchmarking Australian science, technology, engineering and mathematics*. Canberra: Australian Government.
- Ozan, F., & Uluçınar Sağır, Ş. (2019). Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme ünitesine yönelik fetemm etkinlikleri geliştirilmesi. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(1), 52-66.
- Östlund, U., Kidd, L., Wengstrom, Y., & Rowa-Dewar, N. (2011). Combining qualitative and quantitative research within mixed method research designs: A methodological review. *International Journal of Nursing Studies* 48(3), 369-383).
- Park, D.-Y., Park, M.-H., & Bates, A. B. (2016). Exploring young children's understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1–20.
- Pecore, J. L. (2012). Beyond beliefs: Teachers adapting problem-based learning to preexisting systems of practice. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 7(2), 1–27.
- Peters-Burton, E., Lynch, S., Behrend, T., & Means, B. (2014). Inclusive STEM high schools: 10 critical components. *Theory Into Practice*, 53, 64– 71.
- Price, C. A., Kares, F. K., Segovia, G., & Lloyd, A. B. (2018). Staff Matter: Gender differences in STEM career interest development in adolescent youth. *Applied Developmental Science*. doi: 10.1080/10888691.2017.1398090.
- Prinsley, R. & Baranyai, K. (2015). STEM-trained and job ready. Office of the Chief Scientist of Australia, Occasional Paper Series. www.chiefscientist.gov.au/wp-content/uploads/P\OPS12-WIL_web.pdf, (19.03.2016).
- Punch, K. F. (2005). Sosyal Araştırmalara Giriş: Nicel ve Nitel Yaklaşımlar. (Çev. D. Bayrak, H.B. Arslan, Z. Akyüz). Siyasal Kitapevi.

- Purzer, S., Goldstein, M., Adams, R., Xie, C., & Nourian, S. (2015). An exploratory study of informed engineering design behaviors associated with scientific explanations. *International Journal of STEM Education*, 2(9), 1–12.
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). Evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5) 444-467.
- Ritz, J. M., & Fan, S-C. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25, 429–451.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H.-H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1),31–44.
- Roth, W. M., Tobin, K., & Ritchie, S. (2001). *Re/constructing elementary science*. New York, NY: Peter Lang.
- Salami, M. K. A., Makela, C. J., & de Miranda, M. A. (2017). Assessing changes in teachers' attitudes toward interdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education*, 27, 63–88.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *TechnologyTeacher*, 68(4), 20–26.
- Savery, J. S. (2006). Overview of PBL: definitions and distinctions *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 9-20.
- Schneider, M., Rittle-Johnson, B., & Star, J. R. (2011). Relations among conceptual knowledge, procedural knowledge, and procedural flexibility in two samples differing in prior knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525.
- Schnittka, C. G., & Bell, R. L. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33, 1861–1887.

- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Zulkifeli, M. A. (2017). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(5), 1189-1211.
- Shernof, D. J., S. Sinha, D. M. Bressler & 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*(1), 2-16.
- Sibuma, B., Wunnava, S., John, M., Anggoro, F. and Dubosarsky, M. (2018). The impact of an integrated Pre-K STEM Curriculum on teachers' engineering content knowledge, self-efficacy, and teaching practices. In Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2018 IEEE (pp.234-237). IEEE.
- Siekman, G. (2016). *What is STEM? The need for unpacking its definitions and applications*. Adelaide, SA: National Centre for Vocational Education Research.
- STEM Task Force Report. (2014). *Innovate: a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education*. Dublin, California: Californians Dedicated to Education Foundation.
- Stohlman, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2*(1), 28–34.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research., 2*(1), 28–34.
- Strimel, G. J. (2014). *Engineering design: A cognitive process approach*. (Doctoral Dissertation). Retrieved from: Dissertation Abstract International.
- Sümen, Ö. Ö., & Çalisici, 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.

- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14 (1), 1-26.
- Şimşek, A. (2012). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. A. Şimşek (Ed.), *Evren ve Örneklem içinde*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Yayını.
- Şimşek, H., & Yıldırım, A. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Şişman, M. (2004). *Öğretim Liderliği*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Teddle, V., & Tashakkori, A. (2015). *Karma yöntem araştırmalarının temelleri*. (Y. Dede ve S. B. Demir, çev. ed.), Ankara: Anı Yayıncılık.
- Thomas, B., & Watters, J. J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian Approaches to STEM Education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42-53.
- Thomson, M.M., DiFrancesca, D., Carrier, S., Lee, C., & Walkowiak, T (2018). Changes in Teaching Efficacy Beliefs among Elementary Preservice Teachers from a STEM-focused Program: Case Study Analysis. *Journal of Interdisciplinary Teacher Leadership (JoITL)*, 2(1), 29-43.
- Tsupros, N., Kohler, R. & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components, Intermediate Unit 1*. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University.
- Turan, S., & Demirel, Ö. (2009). Probleme Dayalı Öğrenmeye İlişkin Tutum Ölçeği Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. *Education and Science*, 34(152), 15-29.
- TÜSİAD (2017). 2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi. <https://www.tusiadstem.org/images/raporlar/2017/STEM-Raporu-V7.pdf>, (12.01.2018).
- Ugras, M. (2019). Determination of the Effects of Problem-Based STEM Activities on Certain Variables and The Views of the Students. *International Online Journal of Educational Sciences*, 11(1), 1-22.

- US Department of Education, Office of Innovation and Improvement. (2016). *STEM 2026: A vision for innovation in STEM education*. Washington DC: Author
- Uyanık Balat, G., & Günşen, G. (2017). Okul Öncesi Dönemde STEM Yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 42, 337-348.
- Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need—and what we can do about it*. New York: Basic Books.
- Walker, W. S., Moore, T. J., Guzey, S. S., & Sorge, B. H. (2018). Frameworks to develop integrated STEM curricula. *K-12 STEM Education*, 4(2), 331–339.
- Walkington, C. A., Nathan, M. J., Wolfgram, M., Alibali, M. W., & Srisurichan, R. (2011). Bridges and barriers to constructing conceptual cohesion across modalities and temporalities: Challenges of STEM integration in the precollege engineering classroom. In J. Strobel, S. Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into Practice*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1–13.
- Wendell, B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 513–540.
- Williams, C. T., Walter, E. M., Henderson, C., & Beach, A. L. (2015). Describing undergraduate STEM teaching practices: A comparison of instructor self-report instruments. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–14.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*, 16(1), 26-35.
- Wilson, D., Jones, D., Bocell, F., Crawford, J., Kim, M. J., Veilleux, N., & vd. (2015). Belonging and academic engagement among undergraduate STEM students: A multi-institutional study. *Research in Higher Education*, 56(3), 750–776.

- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTEMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2).
- Yang, E., Anderson, K. L., & Burke, B. (2014). The impact of service-learning on teacher candidates' self-efficacy in teaching STEM content to diverse learners. *International Journal of Research on Service Learning in Teacher Education*, 2, 1-46.
- Yeh, Y. C. (2003). *Critical thinking test-Level I guidebook*. Taipei, Taiwan: Psychological Publishing Co.
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39 (1), 63-90.
- 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).
- Zhou, N., Pereira, N. L., George, T. T., Alperovich, J., Booth, J. Chandrasegaran, S., & vd. (2017). The Influence of Toy Design Activities on Middle School Students' Understanding of the Engineering Design Processes. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 481-493.

EKLER

Ek1: Tasarım Temelli Öğrenme Etkinlikleri

Etkinlik 1: Kendi enerjisini ve suyunu ürete bilen yenilenebilir akıllı ev projesi modeli tasarlama

Etkinlik 2: Bir ev için asansör modeli tasarlayarak, çalışma prensiplerini gösterme

Etkinlik 3: Sıvı basıncının ilkelerini kullanarak evin bahçenize yapacağınız bir süs havuzu modelinde suyu belli bir yükseklikte ve estetik bir görüntüde çıkarma

Etkinlik 4: Bahçeye yapılacak havuza çocukların rahatça kayabileceği yükseklik ve açılarda bir su kaydırağı sistemi tasarlamak

Etkinlik 5: Evsel atıkların değerlendirilmesi ve atıkları seçme ile ilgili bir çöp kutusu tasarlama, çalışma prensiplerini gösterme

Etkinlik 2 Uygulama Basamakları

Stem Etkinliğinin Adı: Asansör

Konu Alanı: Fen Bilimleri

Etkinliğin Amacı: Fizikte dinamik ve ivmeli hareket konularından faydalanılarak basit asansör modeli tasarlamak.

Etkinlik Hakkında Genel Bilgi: Seçilen malzemelerle basit bir asansör sistemi hazırlanır yapılan düzenek bilgisayarda ardino ile kodlaması yada başka teknolojilerle uyumlu hale getirilir.

STEM Alanları İlişkilendirmesi

Fen Bilimleri:

Dinamik

Eylemsizlik

İvmeli hareket

Matematik:

Geometrik hesaplamalar

Oran orantı

Mühendislik

Mekanik Sistemler

Elektronik Sistemler

Teknoloji

Bilgisayar Kodlaması

Uzaktan Kumanda Edebilme

Etkinlik Basamakları:

0 – 10 Dakika: Öğretmen adaylarına, giriş sunumu yapılır. Proje taslağı, gereksinimler ve sınırlılıklar konusunda öğrencilere bilgi verilir.

10 – 15 Dakika: Öğretmen adaylarına ilgili bir video izletilir. Yapacakları etkinlikler hakkında bilgiler verilir. Kodlama ve uyumlu teknolojiler hakkında bilgiler verilir.

15 – 45 Dakika: Öğretmen adaylarının grup arkadaşlarıyla beraber; matematiksel hesaplamaları kullanarak bir model çizerler.

45 – 75 Dakika: Öğretmen adayları, kendi seçtikleri malzemelerle asansör modelini hazırlarlar.

75 – 90 Dakika: Öğretmen adayları, hazırlanan bütün tasarımları sırasıyla incelerler. Her grup tasarımını hangi ölçeklere göre hazırladığını anlatır.

Değerlendirme Prosedürleri

Öğrencilerin yaptıkları hesaplamalarla ortaya koydukları ürün arasında fark olup olmadığı, tasarımın başarılı olup olmadığı tartışılır. Gruplar, sınıftan gelen sorulara cevap verirler. Değerlendirme yapılırken hazırlanan rubrikler kullanılır

Etkinlik 5 Uygulama Basamakları

Stem Etkinliğinin Adı Çöp kutuları

Konu Alanı: Çevre bilimi

Etkinliğin Amacı: Evsel atıkların değerlendirilmesiyle ilgili çöp kutusu modeli tasarlamak.

Etkinlik Hakkında Genel Bilgi: Seçilen malzemelerle evde çıkan atıkları basitçe ayrıştırarak ve depolayacak bir çöp kutusu sistemi hazırlanır teknolojiyle uyumlu bir hale getirilir.

STEM Alanları İlişkilendirmesi

Fen bilimleri: Geri dönüşüm ve evsel atıklar

Matematik: Uzunluk ve mesafe birimleri, Açılar

Mühendislik: Mekanik Sistemler, Elektronik Sistemler

Teknoloji: Bilgisayar Kodlaması, Uzaktan Kumanda Edebilme

Etkinlik Basamakları:

0 – 10 Dakika: Öğretmen adaylarına, giriş sunumu yapılır. Proje taslağı, gereksinimler ve sınırlılıklar konusunda öğrencilere bilgi verilir.

10 – 15 Dakika: Öğretmen adaylarına ilgili bir video izletilir. Yapacakları etkinlikler hakkında bilgiler verilir.

15 – 45 Dakika: Öğretmen adayları grup arkadaşlarıyla beraber; matematikteki hesaplamaları kullanarak bir model çizerler.

45 – 75 Dakika: Öğretmen adayları, kendi seçtikleri malzemelerle tasarladıkları modeli hazırlarlar.

75 – 90 Dakika: Öğretmen adayları, hazırlanan bütün tasarımları sırasıyla incelerler. Her grup tasarımını hangi ölçütlere göre hazırladığını anlatır.

Değerlendirme Prosedürleri

Öğretmen adayları yaptıkları hesaplamalarla ortaya koydukları ürün arasında fark olup olmadığı, tasarımın başarılı olup olmadığı tartışır. Gruplar, sınıftan gelen sorulara cevap verirler. Değerlendirme yapılırken hazırlanan rubrikler kullanılır

Ek 2: STEM Etkinlik Değerlendirme Rubriği

Grup Adı:

Değerlendirme Kriterleri	1	2	3	4	5
Problemi doğru tespit etme					
Tasarım odaklı dūşünme					
Mühendislik tasarım döngüsünü kullanma					
Malzemeleri verimli kullanma					
Zamanı verimli kullanma					
Doğru kazanımlar hedefleme					
Prototip oluşturma					
Ürün elde etme					
Ürünün yeterliliği					
Ürünü sunma					

1: Çok Yetersiz 2: Yetersiz 3: Ortalama 4: Yeterli 5: Çok Yeterli

Ek 3: STEM Aktivite Planlama Formu

Dersin Adı	
STEM Aktivite Ekibi	
Sınıf	
Etkinlik Adı	
Etkinliğin Amacı	
Tarih	
Önerilen Süre	
Kullanılacak Materyaller:	
Öğretmen Adayının STEM Kazanımları Etkinlik ile ilgili fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ve 21. Yy becerilerine ilişkin kazanımları: Kategorik olarak yazınız.	
Etkinlikte Stem Alanlarını İlgilendiren Fikirler, Hesaplamalar ve Açıklamalar	Fen Bilimleri Matematik Mühendislik Teknoloji

Etkinlik Tasarım Döngüsü

(1-Etkinlik ile ilgili İşlemlerinizi basamaklar halinde yazınız

2-Etkinlik ile ilgili çizimlerinizi ekleyiniz)

--	--

Etkinliğin Değerlendirilmesi

--

Ek 4: Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Formu

Ad:

Soyad:

No:

1) Kendi enerjisini yenilenebilir enerji kaynaklarıyla üretebilme üzerine bir ev tasarımını düşündüğünüzde, aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?

a) 20 Voltluk bir enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak nasıl üretebilirsiniz?

b) Enerji üretimi yapacağınız mekanizmanın çizimi basitçe nasıl olurdu?

c) Ürettiğiniz enerjiyi maket bir evde kullanacak şekilde bir model tasarladığınızda, bu tasarım nasıl olurdu?

d) Yukarıdaki soruların cevaplarına ilişkin aşağıda verilen STEM boyutlarıyla ilgili fikirleriniz nelerdir?

- Fen Bilimleri Boyutu:

- Matematik Boyutu:

- Mühendislik Boyutu:

- Teknoloji Boyutu:

2)Tasarlayacağınız ev modelinde kullanılmak üzere bir asansör modeli düşündüğünüzde, aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?

a) 20 gram yükü 0.4 metre yüksekliğe nasıl çıkarabilirsiniz?

b) Yük taşımada kullanacağınız mekanizmanın tasarımını çizseydiniz basitçe nasıl olurdu?

c)Yukarıdaki soruların cevaplarına ilişkin olarak, aşağıda verilen STEM boyutlarıyla ilgili fikirleriniz nelerdir?

- Fen Boyutu:

- Matematik Boyutu:

- Mühendislik Boyutu:

- Teknoloji Boyutu:

3) Tasarlayacağınız ev modelinde sıvı basıncının ilkelerini kullanarak bahçenize yapacağınız bir havuz ve su kaydıracağı modelini düşündüğünüzde aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?

a) Bir miktar suyu belirli bir sürede 0.5 metre yüksekliğe nasıl çıkarırsınız?

b) Suyu yukarıya çıkarmada kullanacağınız mekanizmanın tasarımını çizseydiniz basitçe nasıl olurdu?

c) Belirli bir yükseklikten boş havuza bırakılan bir cismin kırılmadan zemine düşmesi için tasarlayacağınız kaydırak modeli nasıl olurdu?

d) Yukarıdaki soruların cevaplarına ilişkin olarak, aşağıda verilen STEM boyutlarıyla ilgili fikirleriniz nelerdir? (Suyu yukarıya çıkarma ve kaydırak modeli için ayrı olarak)

- Fen Boyutu:

- Matematik Boyutu:

- Mühendislik Boyutu:

- Teknoloji Boyutu:

4) Tasarlayacağınız ev modelinde evsel atıkların değerlendirilmesi ve atıkların depolanması ilgili bir çöp toplama sistemi modeli düşündüğünüzde aşağıdaki sorulara nasıl cevap verirsiniz?

a) Geri dönüşümü olan ve olmayan maddeleri nasıl sınıflandırırsınız?

b) Geri dönüşü olan maddeleri ayırt etmek için hazırlayacağınız bir mekanizma tasarımını çizseydiniz basitçe nasıl olurdu?

c) Yukarıdaki soruların cevaplarına ilişkin olarak, aşağıda verilen STEM boyutlarıyla ilgili fikirleriniz nelerdir?

- Fen Boyutu:

- Matematik Boyutu:

- Mühendislik Boyutu:

- Teknoloji Boyutu:

Ek 5: STEM Görüşme Formu

- 1- Etkinliklerin uygulama öncesini ve sonrasını düşündüğünüzde STEM anlayışınıza ilişkin değerlendirmeniz nasıl olur?
- 2- Size göre STEM uygulamaları öğretmen adaylarında hangi tür becerilerin gelişimine katkı sağlayabilir? Niçin?
- 3- Mesleki kariyer anlamında düşündüğünüzde STEM'e bakışınız nedir? (Uygulama öncesi durumu düşündüğünüzde şuanda STEM kariyerine ilişkin tutumunuz nedir?)
- 4- Size göre STEM çalışmalarında bir modeli tasarlariken yâda inşa ederken farklı disiplinler (fen, matematik, mühendislik, bilgisayar bilimleri) nasıl uygulanmalıdır?
- 5- Size göre fen bilimleri öğretmeni adaylarının STEM bilgilerini ilerletmek için verilmesi gereken fırsatlar nasıl olmalıdır? Niçin? (Atolye çalışmaları, Lab. Uyg, Okul Dışı Uyg, Mühendislik Alanları işbirliği, STEM uyg dersleri, vb....)

Ek 6: STEM Yetkinlik Algısı Ölçeği

STEM Alanı	Madde	Oldukça Yetersiz Olduğumu Düşünüyorum					Oldukça Yeterli Olduğumu Düşünüyorum				
		←----->									
		1	2	3	4	5					
Fen Bilimleri	1-Fen bilimleri konularını STEM aktiviteleriyle nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	2-Fen bilimleri konularını, STEM'in diğer alanlarından biri veya bir kaçıyla nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	3-Fen bilgisinin kullanılacağı etkili bir STEM problemi oluşturabilme konusunda,										
	4-Mesleğe başladığımda öğrencilerimin fen bilimleri kavramlarını STEM aktiviteleri içerisinde nasıl kullanabileceklerine ilişkin olarak onlara doğru rehberlik ve öğretimi sağlayabileceğim konusunda,										
	5-Mesleğe başladığımda bir STEM aktivitesi içerisinde öğrencilerin fen bilgilerini kullanarak, üst düzey düşünme becerilerini nasıl harekete geçirebileceğim konusunda,										
Matematik	1-Matematik bilgilerimi STEM aktiviteleriyle nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda										
	2-Matematik bilgilerimi, STEM'in diğer alanlarından biri veya bir kaçıyla nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	3-Matematik bilgisinin kullanılacağı etkili bir STEM problemi oluşturabilme konusunda,										
	4-Mesleğe başladığımda öğrencilerimin matematik bilgilerini STEM aktiviteleri içerisinde nasıl kullanabileceklerine ilişkin olarak onlara doğru rehberlik ve öğretimi sağlayabileceğim konusunda,										
	5-Mesleğe başladığımda bir STEM aktivitesi içerisinde öğrencilerimin matematik bilgilerini kullanarak, üst düzey düşünme becerilerini nasıl harekete geçirebileceğim konusunda,										
Mühendislik	1-Mühendislik bilgisini STEM aktiviteleriyle nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	2-Mühendislik bilgisini, STEM'in diğer alanlarından biri veya bir kaçıyla nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	3-Mühendislik bilgisinin kullanılacağı etkili bir STEM problemi oluşturabilme konusunda,										
	4-Mesleğe başladığımda öğrencilerimin mühendislik bilgisini STEM aktiviteleri içerisinde nasıl kullanabileceklerine ilişkin olarak onlara doğru rehberlik ve öğretimi sağlayabileceğim konusunda,										
	5-Mesleğe başladığımda bir STEM aktivitesi içerisinde öğrencilerimin matematik bilgilerini kullanarak, üst düzey düşünme becerilerini nasıl harekete geçirebileceğim konusunda,										
Teknoloji	1-Teknolojiyi STEM aktiviteleriyle nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	2-Teknolojiyi, STEM'in diğer alanlarından biri veya bir kaçıyla nasıl ilişkilendirebileceğim konusunda,										
	3-Teknoloji bilgisinin kullanılacağı etkili bir STEM problemi oluşturabilme konusunda,										
	4-Mesleğe başladığımda öğrencilerimin teknolojiyi STEM aktiviteleri içerisinde nasıl kullanabileceklerine ilişkin olarak onlara doğru rehberlik ve öğretimi sağlayabileceğim konusunda,										
	5-Mesleğe başladığımda bir STEM aktivitesi içerisinde öğrencilerimin matematik bilgilerini kullanarak, üst düzey düşünme becerilerini nasıl harekete geçirebileceğim konusunda,										

Ek 7: STEM Alanları Bilgisi Değerlendirme Rubriği

Seviye	Cevap	STEM Alanları Fikir Üretme Özellikleri
4 Gelişmiş (Örnek)	Tam ve eksiksiz cevaplar	Öğretmen adayının cevabı, STEM alt disiplini bilgisine (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) derinlemesine bir kavramsal anlayış ortaya koyar
3 Yeterli	Doğru fakat kuşku duyulan cevaplar	Öğretmen adayının cevabı STEM alt disiplininde (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) yeterli bir kavramsal fikir ortaya koyar
2 Temel	Kısmen doğru cevaplar	Öğretmen adayının cevabı STEM alt disiplininde (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) sınırlı bir kavramsal fikir ortaya koyar
1 Zayıf	Yanlış cevaplar	Öğretmen adayının cevabı STEM alt disiplininde (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) hiçbir doğru kavramsal fikir ortaya koyamaz
0 Boş	Cevap Yok	Öğretmen adayı STEM alt disiplinlerine ilişkin (Fen Bilimleri-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) hiçbir fikir tanımlamamıştır.

Ek 8: STEM Aktivite Planlama Örneği

STEM AKTİVİTE PLANLAMA FORMU	
Dersin Adı	Özel Öğretim (STEM)
STEM Aktivite Ekibi	
Sınıf	Fen Bilgisi Öğretmeni 3. Sınıf
Etkinlik Adı	Akıllı Çeşme Kutusu
Etkinliğin Amacı	Geridönüşüm debiten modelleri, birbirinden ayırarak deko edip geridönüşümünü sağlar.
Tarih	180 dk
Önerilen Süre	
Kullanılacak Materyaller:	İP, Kauçuk kapağı, çab sız. Motor Ağız, berton, mukavva, pipet, pil, kablo, pet şişe.
Öğretmen Adayı STEM Kazanımları	<p><u>Fen</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 8.2.4.1. Basit makineler örnekler verir ve sıfırdan avantajları örneklerle açıklar.- 7.3.5.1. Farklı örneklerle geri dönüştürülebilir ve dönüştürülemez modelleri ayırır eder.- Ağırlık merkezini bulmayı öğrenir. (kendi kazanımımız) <p><u>Matematik</u></p> <ul style="list-style-type: none">- 6.1.1. - Aynı başlangıç noktaları aynı den iki ismin oluşturduğu şekil olarak tanımlar ve sembollerle gösterir.- 7.3.3. - Daire ve daire dilimlerinin alanını hesaplar.- Uzunluk birimlerini birbirine çevirir.

Mühendislik ve Teknoloji

- Teknolojinin kullanımının ve gelişmesinin geçmiş dönemleri nasıl etkilediğini irdeler
- Teknolojinin neden ve nasıl ilerlediğini irdeler
- Bileşenleri tasarlamak için çeşitli teknolojiler kullanır.
- Tim hesaplarına ve ödümlerde uygun birimleri kullanır.
- portfolyo tutar.

21. Yüzyıl becerileri

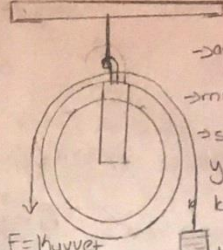
- Öğrenmeye açıktır.
- Teknolojiyi kullanır.
- İletişim becerisi dir. Etkili iletişim kurar.
- problem çözme, sorunlarının üstesinden gelme becerisine sahiptir.

Fen Bilimleri Sabit Makaralar = Sabit makarada yerleşmiş bir kordon döner. Bir yere monte edilmiş şekilde kullanılan makaralardır. Kuvvetten kazanç sağlanmaz. Yükü kaldırmak için yüke eşit bir kuvvet uygulanır.

Gerilme dönüşümü kullanımı
Süresi öldürmüş bazı atıklar
Farklı tekniklerle hammaddelere
geri dönüştürüle bilmektedir.
plastik, cam, kâğıt, metal
vs. Daha sonra fabrikalarda
tekrardan işlenilerek yeni
ürünlere dönüştürülür.
Biz kendi projemizde 2 tane
hammaddeleri dönüştürmeyi
amaçladık.

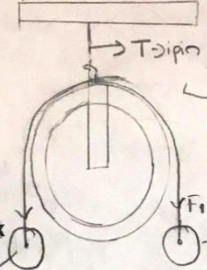
(www.derszaman.com)
Kaynakça:

**ETKİNLİKTE
STEM
ALANLARINI
İLGİLENDİREN
FİKİRLER,
HESAPLAMALAR VE
AÇIKLAMALAR**



- aynı fişte aynı gerilme olur ✓
- makara ağırlığı işleme katılmaz ✓
- sabit makaralar kuvvetin
yönünü değiştirmek için
kullanılır.
Kuvvet kazancı = $\frac{Yük}{Kuvvet} = 1$ 'dir.

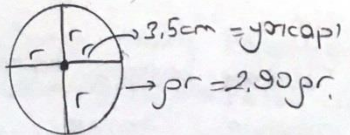
Bizim yaptığımız sistemde;



$T = 2,90 + 2,90 = 5,80 \text{ gr}$
 $G = 2,90 \text{ g}$
 $G = 2,90 \text{ g}$

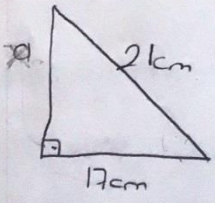
Ağırlık Merkezi Bir cismin moleküllerine etki eden yerçekimi kuvvetlerinin bileşkesinin uygulama noktasına ağırlık merkezi denir.

Kapakları



Eğik Düzlem

Yükü belli bir yükseklikten aşağı indirmek için kullandık.
Kuvvetten kazanç sağlanır



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$a^2 = 441 - 289$$

$$a^2 = 152$$

$$a = 12,3 \text{ cm}$$

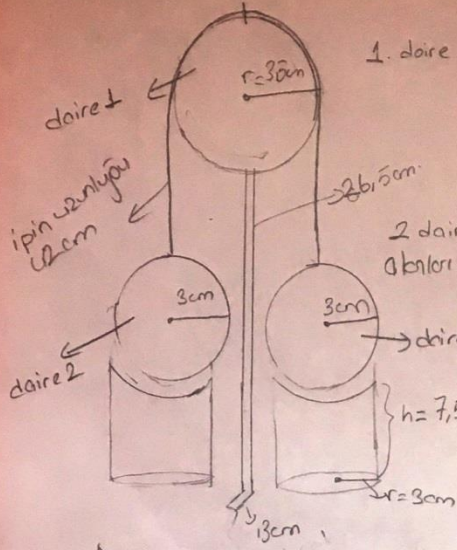
Kuvvetin yaptığı iş = yükün yaptığı iş
 $F \cdot L = P \cdot h$

Eğik düzlemin yatağı yaptığı açı büyürse yükü celmesi ve indirilmesi için daha büyük kuvvet uygulanması gerekir.

Kaynakça: (www.renklinot.com)

dairenin çevresi $2\pi r$ 'den bulunur.

$$\text{Alanı} = \pi r^2$$



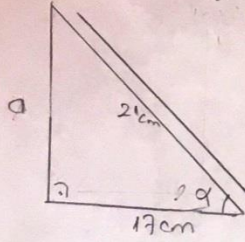
1. daire için; Çevre = $2\pi r = 2 \cdot 3 \cdot (3.15r) = 21 \text{ cm}$

$$\text{Alanı} = \pi r^2 = 3 \cdot (3.15)^2 = 36.75 \text{ cm}$$

2 daire ve 3 daire yarıçapları eşit olduğundan çevreleri ve alanları eşittir.

Çevre: $2\pi r = 2 \cdot 3 \cdot 3 = 18 \text{ cm}$.

$$\text{Alan} = \pi r^2 = 3 \cdot 3^2 = 27$$



$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a^2 = c^2 - b^2$$

$$a^2 = (21^2 - 17^2) = a^2 = (441 - 289)$$

$$a^2 = 152 \quad a = 12.3 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{Eğik karşı}}{\text{Komşu}} = \text{Eğik}; \frac{12.3 \text{ cm}}{17 \text{ cm}} = 0.722$$

$$\arctan(0.72) = \alpha$$

$$\alpha = 35.7^\circ$$

Mühendislik

- Çapı 3.15 cm olan 1 tane kavonuz kapının etrafına 1 cm çubuklar yaptırıldı. Bunun sebebi ipin dışarıya siktirmemesi.

- Kavonuz kapının tam merkezinde delerek 3V motoru silikonla

zattırdık.

- Yaptığımız sistemi 26.5 cm olan çığaya monte ettik.

- Yaptığımız sabit makara sisteminde 2 tarafta da eşit ağırlıkta çapı

3 cm olan ağırlığı 2.90 gr olan kaptaları eşit uzunlukta yerleştirdik.

Çöpleri depolamak için her iki kapının altına yüksekliği 7.5 cm çapı

3 cm olan çöp kutusu yerleştirdik. çöpleri atabilmek için evin penceresi

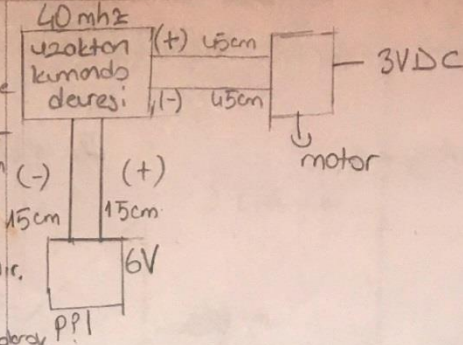
nden 35.7° açtığımız bir eğik düzlem sistemi yaptık.

ETKİNLİK TASARIM DÖNGÜSÜ

(1-Etkinlik ile ilgili işlemlerinizi basamaklar halinde yazınız)

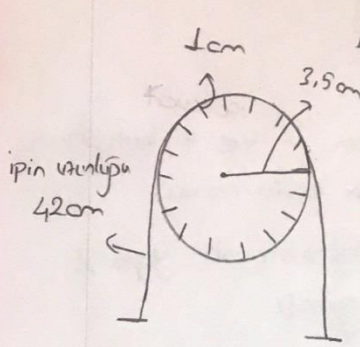
2-Etkinlik ile ilgili çizimlerinizi ekleyiniz)

Teknoloji - Kızılötesi
veri transferi günümüzde pek çok tv gibi elektronik cihazları uzaktan kumandası ile cihaz arasındaki iletişimini sağlamakta kullanılmaktadır. kızılötesi alıcı ve verici devreleri verileri seri olarak



P11
P12
P13
P14
P15
P16
P17
P18
P19
P20
P21
P22
P23
P24
P25
P26
P27
P28
P29
P30
P31
P32
P33
P34
P35
P36
P37
P38
P39
P40
P41
P42
P43
P44
P45
P46
P47
P48
P49
P50
P51
P52
P53
P54
P55
P56
P57
P58
P59
P60
P61
P62
P63
P64
P65
P66
P67
P68
P69
P70
P71
P72
P73
P74
P75
P76
P77
P78
P79
P80
P81
P82
P83
P84
P85
P86
P87
P88
P89
P90
P91
P92
P93
P94
P95
P96
P97
P98
P99
P100
P101
P102
P103
P104
P105
P106
P107
P108
P109
P110
P111
P112
P113
P114
P115
P116
P117
P118
P119
P120
P121
P122
P123
P124
P125
P126
P127
P128
P129
P130
P131
P132
P133
P134
P135
P136
P137
P138
P139
P140
P141
P142
P143
P144
P145
P146
P147
P148
P149
P150
P151
P152
P153
P154
P155
P156
P157
P158
P159
P160
P161
P162
P163
P164
P165
P166
P167
P168
P169
P170
P171
P172
P173
P174
P175
P176
P177
P178
P179
P180
P181
P182
P183
P184
P185
P186
P187
P188
P189
P190
P191
P192
P193
P194
P195
P196
P197
P198
P199
P200
P201
P202
P203
P204
P205
P206
P207
P208
P209
P210
P211
P212
P213
P214
P215
P216
P217
P218
P219
P220
P221
P222
P223
P224
P225
P226
P227
P228
P229
P230
P231
P232
P233
P234
P235
P236
P237
P238
P239
P240
P241
P242
P243
P244
P245
P246
P247
P248
P249
P250
P251
P252
P253
P254
P255
P256
P257
P258
P259
P260
P261
P262
P263
P264
P265
P266
P267
P268
P269
P270
P271
P272
P273
P274
P275
P276
P277
P278
P279
P280
P281
P282
P283
P284
P285
P286
P287
P288
P289
P290
P291
P292
P293
P294
P295
P296
P297
P298
P299
P300
P301
P302
P303
P304
P305
P306
P307
P308
P309
P310
P311
P312
P313
P314
P315
P316
P317
P318
P319
P320
P321
P322
P323
P324
P325
P326
P327
P328
P329
P330
P331
P332
P333
P334
P335
P336
P337
P338
P339
P340
P341
P342
P343
P344
P345
P346
P347
P348
P349
P350
P351
P352
P353
P354
P355
P356
P357
P358
P359
P360
P361
P362
P363
P364
P365
P366
P367
P368
P369
P370
P371
P372
P373
P374
P375
P376
P377
P378
P379
P380
P381
P382
P383
P384
P385
P386
P387
P388
P389
P390
P391
P392
P393
P394
P395
P396
P397
P398
P399
P400
P401
P402
P403
P404
P405
P406
P407
P408
P409
P410
P411
P412
P413
P414
P415
P416
P417
P418
P419
P420
P421
P422
P423
P424
P425
P426
P427
P428
P429
P430
P431
P432
P433
P434
P435
P436
P437
P438
P439
P440
P441
P442
P443
P444
P445
P446
P447
P448
P449
P450
P451
P452
P453
P454
P455
P456
P457
P458
P459
P460
P461
P462
P463
P464
P465
P466
P467
P468
P469
P470
P471
P472
P473
P474
P475
P476
P477
P478
P479
P480
P481
P482
P483
P484
P485
P486
P487
P488
P489
P490
P491
P492
P493
P494
P495
P496
P497
P498
P499
P500
P501
P502
P503
P504
P505
P506
P507
P508
P509
P510
P511
P512
P513
P514
P515
P516
P517
P518
P519
P520
P521
P522
P523
P524
P525
P526
P527
P528
P529
P530
P531
P532
P533
P534
P535
P536
P537
P538
P539
P540
P541
P542
P543
P544
P545
P546
P547
P548
P549
P550
P551
P552
P553
P554
P555
P556
P557
P558
P559
P560
P561
P562
P563
P564
P565
P566
P567
P568
P569
P570
P571
P572
P573
P574
P575
P576
P577
P578
P579
P580
P581
P582
P583
P584
P585
P586
P587
P588
P589
P590
P591
P592
P593
P594
P595
P596
P597
P598
P599
P600
P601
P602
P603
P604
P605
P606
P607
P608
P609
P610
P611
P612
P613
P614
P615
P616
P617
P618
P619
P620
P621
P622
P623
P624
P625
P626
P627
P628
P629
P630
P631
P632
P633
P634
P635
P636
P637
P638
P639
P640
P641
P642
P643
P644
P645
P646
P647
P648
P649
P650
P651
P652
P653
P654
P655
P656
P657
P658
P659
P660
P661
P662
P663
P664
P665
P666
P667
P668
P669
P670
P671
P672
P673
P674
P675
P676
P677
P678
P679
P680
P681
P682
P683
P684
P685
P686
P687
P688
P689
P690
P691
P692
P693
P694
P695
P696
P697
P698
P699
P700
P701
P702
P703
P704
P705
P706
P707
P708
P709
P710
P711
P712
P713
P714
P715
P716
P717
P718
P719
P720
P721
P722
P723
P724
P725
P726
P727
P728
P729
P730
P731
P732
P733
P734
P735
P736
P737
P738
P739
P740
P741
P742
P743
P744
P745
P746
P747
P748
P749
P750
P751
P752
P753
P754
P755
P756
P757
P758
P759
P760
P761
P762
P763
P764
P765
P766
P767
P768
P769
P770
P771
P772
P773
P774
P775
P776
P777
P778
P779
P780
P781
P782
P783
P784
P785
P786
P787
P788
P789
P790
P791
P792
P793
P794
P795
P796
P797
P798
P799
P800
P801
P802
P803
P804
P805
P806
P807
P808
P809
P810
P811
P812
P813
P814
P815
P816
P817
P818
P819
P820
P821
P822
P823
P824
P825
P826
P827
P828
P829
P830
P831
P832
P833
P834
P835
P836
P837
P838
P839
P840
P841
P842
P843
P844
P845
P846
P847
P848
P849
P850
P851
P852
P853
P854
P855
P856
P857
P858
P859
P860
P861
P862
P863
P864
P865
P866
P867
P868
P869
P870
P871
P872
P873
P874
P875
P876
P877
P878
P879
P880
P881
P882
P883
P884
P885
P886
P887
P888
P889
P890
P891
P892
P893
P894
P895
P896
P897
P898
P899
P900
P901
P902
P903
P904
P905
P906
P907
P908
P909
P910
P911
P912
P913
P914
P915
P916
P917
P918
P919
P920
P921
P922
P923
P924
P925
P926
P927
P928
P929
P930
P931
P932
P933
P934
P935
P936
P937
P938
P939
P940
P941
P942
P943
P944
P945
P946
P947
P948
P949
P950
P951
P952
P953
P954
P955
P956
P957
P958
P959
P960
P961
P962
P963
P964
P965
P966
P967
P968
P969
P970
P971
P972
P973
P974
P975
P976
P977
P978
P979
P980
P981
P982
P983
P984
P985
P986
P987
P988
P989
P990
P991
P992
P993
P994
P995
P996
P997
P998
P999
P1000

Bunedenle butun vericilerde bir zamanlayıcı ya da diğer bir adıyla yüksek frekansta çalışan bir saapçı kullanılır. kızıl ötesi ledler genel olarak foto transferlerini ısıt katmanı olarak kullanılır.



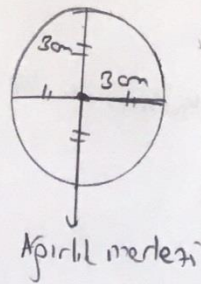
1. Aşama

Sabit makara sistemini yaparken kullan-
dık. Kuvvet kaybını tam merkezden
aldık fakat üzerine peşirdiğimiz ip
akıyordu.
Etrafına 1cm'lik arabalar dendi.

2. Aşama

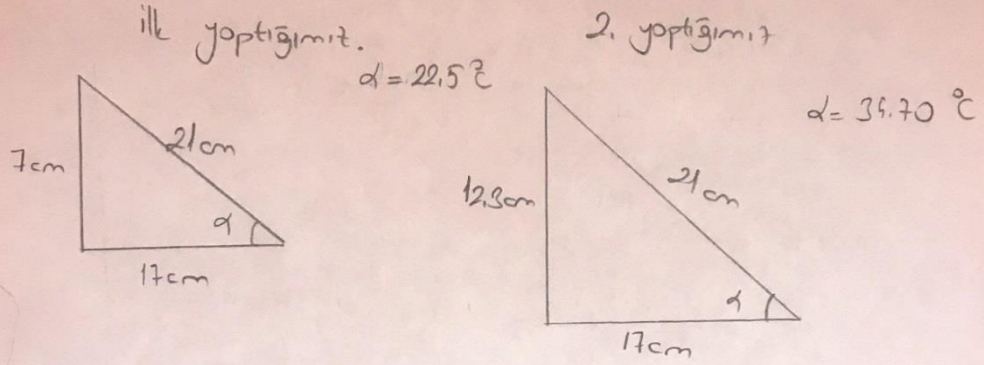
Çöp kutularının üzerine kapattığımız
kapakların tam ağırlık merkezini ayarlamakta
sıkıntı çektil.

Çetvel kulvarla düzelttik



1. Aşama

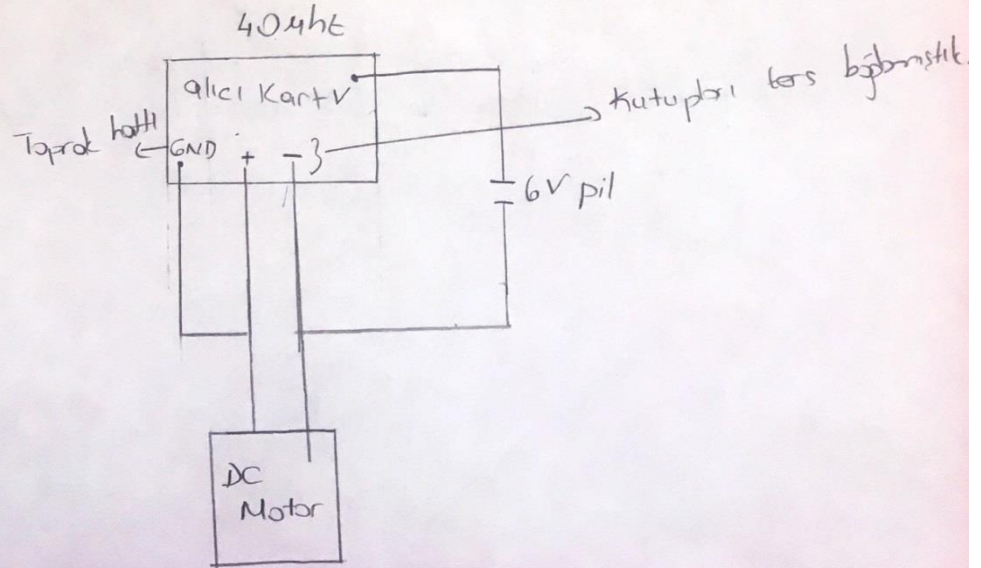
Pencereden attığımız çöpler aşağıya inerken sıkıntı duyorduk. Bizde kullandığımız kaydırak sisteminde α derecesini artırarak eğimi arttırdık. Yürüteliği arttırdık.

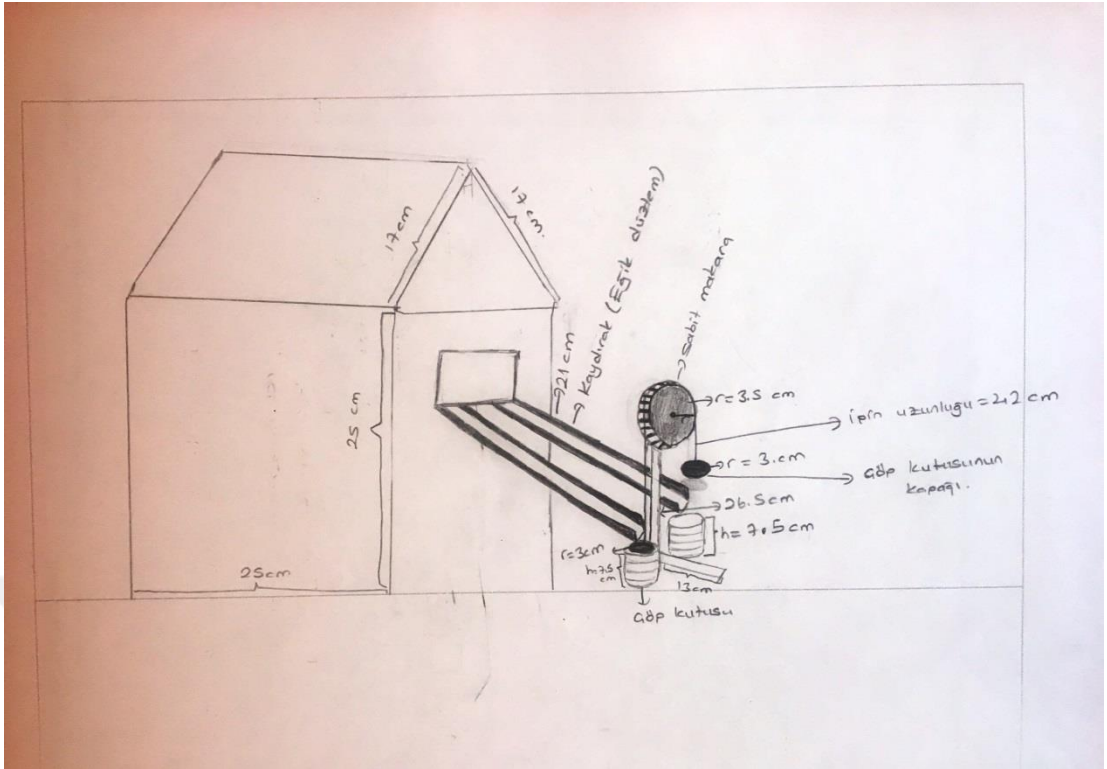


2. Aşama

Uzaktan kumanda sistemini yaparken kartın - ve + kutuplarını pila kaynağının ucuna ters bağladık ve sistem çalışmadı.

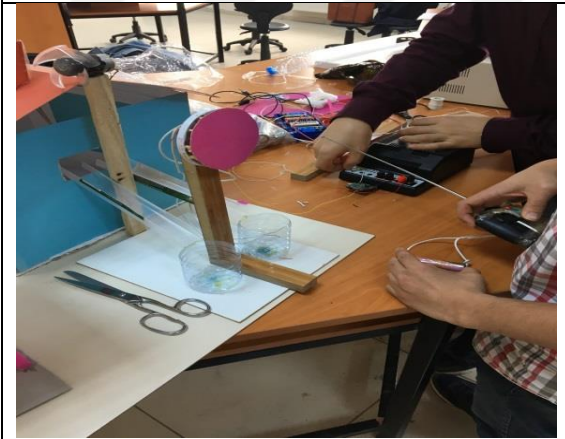
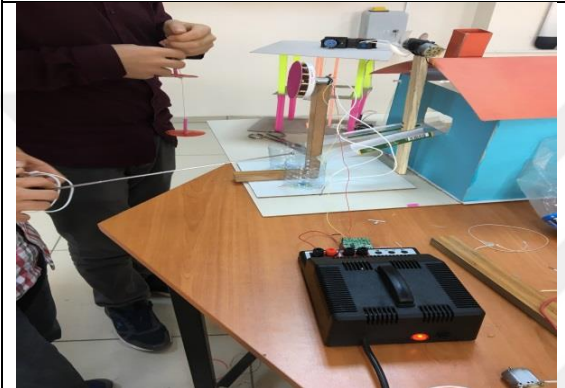
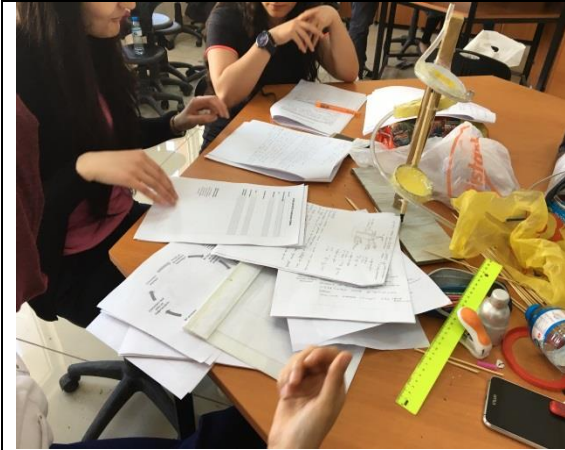
Birçok deneme yapıp internetten araştırmalar yapıp kutupların yerlerini değiştirdik ve sistem çalıştı.

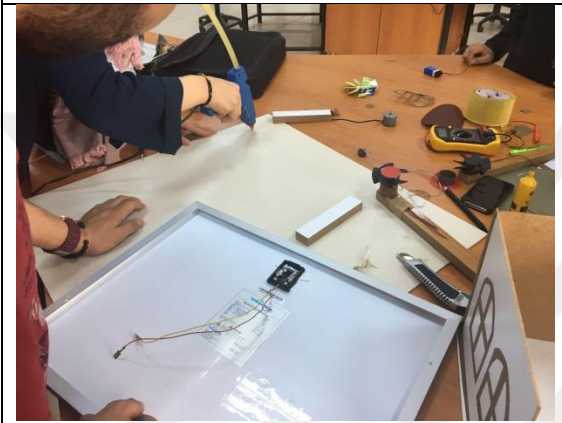




Ek 9:Uygulama Fotoğrafları







ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hicran ARSLANHAN

Doğum Yeri/Tarihi : Aksaray, 15 Haziran 1986

Öğrenim Durumu

İlkokul : Aksaray, Atatürk İlkokulu

Ortaokul : Aksaray, 75. Yıl Ortaokulu

Lise : Aksaray, I. Alaadin Keykubat Anadolu Lisesi

Lisans : Bayburt Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği

İş Deneyimi

2014-devam ediyor : Milli Eğitim Bakanlığı, Fen Bilimleri Öğretmeni

Belgeler

Milli Eğitim Hayat boyu Öğrenme, Bilgisayar Programlama Teknikleri Sertifikası.

İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Öğretmeni Sertifikası.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yaratıcı STEAM Etkinlikleri Atölyesi Katılım Belgesi

Muş Alparslan Üniversitesi, Online STEM Eğitimi Katılım Belgesi

LEGO Education ile STEM Eğitimi Katılım Belgesi