



**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**MATEMATİK DERSİNDE UYGULANAN STEM  
ETKİNLİKLERİNİN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ  
ÖĞRENME ÜRÜNLERİNE ETKİLERİ**

**Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI**

**DOKTORA TEZİ**

**Haziran, 2018**

## TELİF HAKKI

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 12 (oniki) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

Adı : Özlem  
Soyadı : ÖZÇAKIR SÜMEN  
Bölümü : İlköğretim Eğitimi  
İmza :  
Teslim Tarihi : 20.07.2018

### TEZİN

Türkçe Adı : Matematik Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ürünlerine Etkileri

İngilizce Adı : The Effects of STEM Activities in Mathematics Lessons on Learning Outcomes of Pre-Service Elementary Teachers

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN

İmza:

## KABUL VE ONAY

**Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN** tarafından hazırlanan “**Matematik Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ürünlerine Etkileri**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI

(Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi) .....

**Başkan:** Doç. Dr. Şafak ULUÇINAR SAĞIR

(Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi) .....

**Üye:** Doç. Dr. Süleyman YAMAN

(Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi) .....

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Seher ÇETİNKAYA

(Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı, Ordu Üniversitesi) .....

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAKIŞAN

(Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi) .....

Bu tezin İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarihi: \_\_/\_\_/\_\_

Prof. Dr. Ali ERASLAN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

(İmza ve Mühür)



*“biricik kızım Elif Betül’e”*

## TEŞEKKÜRLER

Zorlu ve yorucu olduğu kadar keyif de aldığım bu sürecin sonuna gelmekten mutluluk duyuyorum. Tabi ki, ilk teşekkürüm bana fikirleriyle yol gösteren, matematik alanında ufkumu açan, bütün çalışmalarımı sabırla tek tek okuyarak düzelten değerli danışmanım Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI'ya,

Bu çalışma boyunca ve ayrıca görüşlerine başvurduğum diğer çalışmalarında eleştirileriyle bana yol gösteren ama sonunda asla boşuna eleştirmediğini gördüğüm, hep daha iyi bir iş çıkarmamı ve kendimi geliştirmemi sağlayan, değerli hocam Doç. Dr. Süleyman YAMAN'a,

Bu süreçte samimiyetle bana destek olan, fikirleriyle çalışmanın geliştirilmesine katkı sağlayan, sıkıştığım her anda sorularımı cevaplayan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YAKIŞAN'a,

Tezin bilgisayar uygulamaları bölümünde yardımcı olan değerli hocam Öğr. Görevlisi Mehmet SOYLU'ya,

Tez çalışmalarım boyunca desteğini yanımda hissettiğim, bu yolculuğu bitirmemde önemli katkıları olan, “bir öğrencinin yetişmesine katkıda bulunabiliyorsak ne mutlu” felsefesini kendisine düstur edinmiş çok kıymetli hocam Tevfik Yılmaz DEMİR'e,

Çalışmalarıma katılan, süreç boyunca tüm sorumluluklarını yerine getiren ve çalışmanın başarıyla sonuçlanmasını sağlayan sınıf öğretmenliği öğrencilerine, Çalışmamaya verdiği maddi destekten dolayı TÜBİTAK'a,

Beni yetiştiren, emek veren, bugünlere gelmemi sağlayan, üzerimde büyük hakları olan canım annem Emine ÖZÇAKIR ve babam Fahri ÖZÇAKIR'a,

Ayrıca bu hayatta hüznü ve mutluluklarımı paylaşan kardeşlerim Ayşe, Esra ve Halil Mustafa ÖZÇAKIR'a,

Bu süreçte her daim yanımda olan, her türlü fedakarlığı gösteren, her zaman sevgisini ve desteğini yanımda hissettiğim sevgili eşim Birol SÜMEN'e,

Bu çalışmaya başlarken küçücük bir kız olan, bu sürecin içinde büyüyen, şimdi bitirirken kafamı kaldırıp baktığımda ne kadar büyümüş olduğunu farkettiğim, en güzel zamanlarını çaldığım küçük kızıma, Elif Betül SÜMEN'e can-ı gönülden tüm kalbimle teşekkür ederim.

**MATEMATİK DERSİNDE UYGULANAN STEM  
ETKİNLİKLERİNİN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ  
ÖĞRENME ÜRÜNLERİNE ETKİLERİ**

**Doktora Tezi**

**Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN**

**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Haziran, 2018**

**ÖZ**

Gelecek nesillerimizi yetiştirecek sınıf öğretmeni adaylarının matematik eğitimindeki başarıları ülkemizin yalnız matematik alanındaki değil, sayısal alanlardaki yetişmiş işgücünü ve dolayısıyla ekonomik alandaki başarısını da etkileyecek önemli bir değişkendir. STEM eğitimi son dönemde adından çokça söz ettiren, dünya genelinde tüm eğitim kademelerinde uygulanan oldukça güncel bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminin birbiriyle ilişkilendirilerek bir bütün halinde öğretilmesini temel alan, öğrencilerin yenilikçi ve üretken yeteneklerin gelişimine vurgu yapan bir yaklaşımdır. Sınıf öğretmeni adaylarının matematik alanında öğrencileri küçük yaşlardan itibaren bu yaklaşımı kullanarak yetiştirmesinin öneminden hareketle bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitim yaklaşımı ile bütünleştirilmiş matematik eğitimi verilmiştir. 2016-2017 eğitim yılı bahar döneminde gerçekleştirilen çalışmaya Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi bölümü birinci sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları katılmıştır. Çalışmada STEM eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının gelişimine etkileri incelenmiştir. Araştırma kapsamında sınıf öğretmeni adaylarının matematik başarıları, matematiksel problem çözmeye ilişkin inançları, STEM farkındalıkları, 21. yüzyıl becerileri, problem çözme becerileri alanlarındaki gelişimleri ile çalışmada geliştirdikleri projeler ve STEM eğitiminin özellikleri incelenmiştir. Karma yöntem şeklinde gerçekleştirilen araştırmanın modeli yakınsayan paralel desendir. Araştırmanın nicel bölümünde öntest-sontest kontrol gruplu eşleştirilmiş seçkisiz desen kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları toplam 46 öğretmen adayından oluşmaktadır. Nicel veriler Matematik Başarı Testi, FeTeMM Farkındalık Ölçeği ve

Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği ile toplanmıştır. Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişimi etkinliklerde çözdükleri Problem Temelli Çalışma Kağıtlarının analizi ile belirlenmiş, ayrıca öğretmen adaylarının geliştirdikleri projeler incelenmiştir. Nitel veriler ise yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde betimsel istatistikler, bağımlı gruplar t testi, ANOVA ve MANCOVA istatistikleri kullanılmıştır. Nitel veriler ise Maxqda programında içerik analizi ile analiz edilmiş, şekil ve tablolarla sunulmuştur. Çalışma sonucunda STEM eğitiminin geleneksel eğitime göre öğretmen adaylarının matematik başarısını ve STEM farkındalıklarını anlamlı olarak daha fazla artırdığı bulunmuştur. Ayrıca STEM eğitiminin öğretmen adaylarının problem çözme ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin matematiksel beceri ve yeterliliklerini geliştirdiğini, matematik eğitimini eğlenceli ve zevkli hale getirdiğini ifade etmiştir. STEM alanlarının birbiriyle, matematikle ve günlük hayatla arasındaki bağlantıları bu eğitim sayesinde kurmaya başladıklarını belirtmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler** : Matematik eğitimi, Mühendislik tasarım, Sınıf öğretmeni adayları, STEM eğitimi, 21. Yüzyıl becerileri

**Sayfa Sayısı** : 216

**Danışman** : Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI



**THE EFFECTS OF STEM ACTIVITIES IN MATHEMATICS  
LESSONS ON LEARNING OUTCOMES OF PRE-SERVICE  
ELEMENTARY TEACHERS**

**Ph.D. Dissertation**

**Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN**

**ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**June, 2018**

**ABSTRACT**

The success of mathematics education of the pre-service elementary teachers who will train our next generation is an important variable that will affect not only our country's mathematics success but also the growing workforce in numerical fields and hence the economic performance. STEM education is a fairly recent approach that has been widely used throughout the world at all stages of education. STEM education is an approach that based on teaching science, technology, engineering and mathematics education as a whole and emphasizes the development of innovative and productive skills of students. In this study, STEM education activities in the mathematics education were applied to pre-service elementary teachers because of the importance of their training the students from early ages in the field of mathematics by using this approach. The aim of this study is to examine the effects of STEM education on the pre-service teachers' development. In the study, STEM education were conducted to pre-service teachers training in the primary education department of education faculty on the 2016-2017 education year spring semester. Regarding to research questions, the development of pre-service teachers in mathematics success, beliefs about mathematical problem solving skills, STEM awareness, 21st century skills and problem solving skills were investigated and also their projects and the features of STEM education were examined. The method of the study is convergent parallel mixed research method. The quantitative part's design of the research is randomized pretest-posttest control group design using matched subjects. Experiment and control groups consist of 46 prospective teachers at total.

The quantitative data were collected by Mathematical Achievement Test, STEM Awareness Scale and Belief about Mathematical Problem Solving Instrument. The problem-solving skills of pre-service teachers were determined by the analysis of problem-based study papers that were solved during the STEM activities. In addition, the projects developed by prospective teachers have been examined. Qualitative data were collected through semi-structured interviews. Descriptive statistics, paired samples t test, ANOVA and MANCOVA were used in the analysis of quantitative data. The qualitative data were analyzed by content analysis in the Maxqda program and presented with figures and tables. As a result of the study, it was observed that STEM education significantly increased the levels of mathematics success and STEM awareness of pre-service teachers in comparison with traditional education. Problem solving skills of pre-service teachers has also been developed via STEM education. Moreover, the results of the interviews analysis showed that 21st century skills of pre-service teachers in STEM educational environments have improved. Pre-service teachers stated that STEM education improves mathematical skills and competences, and makes mathematics education fun and enjoyable. They pointed out that they recognized the connections between STEM fields, mathematics and real life by means of this training.

**Key Words** : Engineering design, Mathematics education, Pre-service elementary teachers, STEM education, 21st century skills

**Number of Pages** : 216

**Advisor** : Assoc. Dr. Hamza ÇALIŞICI

# İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI.....	II
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	III
KABUL VE ONAY .....	IV
TEŞEKKÜRLER .....	VI
ÖZ.....	VII
ABSTRACT.....	IX
İÇİNDEKİLER .....	XI
TABLolar LİSTESİ.....	XIV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XV
KISALTMALAR .....	XVI
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
I. GİRİŞ .....	1
1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	5
1.3 Araştırmanın Önemi .....	5
1.4 Problem Cümlesi .....	6
1.5 Alt problemler.....	6
1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	7
1.7 Araştırmanın Varsayımları .....	7
1.8 Tanımlar .....	8
İKİNCİ BÖLÜM .....	9
II. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	9
2.1 STEM Eğitimi .....	9
2.2 Dünyada ve Ülkemizde STEM Eğitimi.....	13
2.3 Bütünleştirici STEM Eğitimi Etkinlikleri .....	21
2.4 21. Yüzyıl Becerileri .....	25
2.5 Matematik Eğitimi ve STEM .....	28
2.6 STEM ve Probleme Dayalı Öğrenme .....	31
2.7 STEM ve Proje Tabanlı Öğrenme .....	34
2.8 STEM ve Mühendislik Tasarım .....	36
2.9 STEM Eğitimi ile İlgili Araştırmalar .....	39
2.9.1 Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar.....	39

2.9.2 Yurtdışında Yapılan Araştırmalar .....	49
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>80</b>
<b>III. YÖNTEM.....</b>	<b>80</b>
3.1 Araştırmanın Modeli.....	80
3.1.1 Nicel Bölüm .....	82
3.1.2 Nitel Bölüm.....	83
3.2 Çalışma Grubu.....	83
3.3 Veri Toplama Araçları.....	84
3.3.1 Nicel Veri Toplama Araçları .....	84
3.3.2 Nitel Veri Toplama Araçları.....	90
3.4 İşlem Basamakları .....	90
3.4.1 Etkinlikler ve Geliştirilmesi .....	91
3.4.2 Pilot Çalışma .....	95
3.4.3 Deney-Kontrol Gruplarının Atanması .....	96
3.4.4 Deneysel İşlemler .....	98
3.5 Verilerin Analizi .....	101
3.5.1 Nicel Verilerin Analizi.....	101
3.5.2 Nitel Verilerin Analizi .....	107
3.6 Çalışmanın İç ve Dış Geçerliliği .....	108
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>111</b>
<b>IV. BULGULAR.....</b>	<b>111</b>
4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	111
4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	112
4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	114
4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	117
4.4.1 Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi .....	117
4.4.2 STEM Etkinliklerinde Çözülen PTÇK'nın Analizi.....	118
4.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular .....	122
4.5.1 Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinin Nitelikleri .....	123
4.5.2 Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinden Örnekler .....	123
4.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	127
4.6.1 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Ortamında Matematiksel Yeterliliklerinin Gelişimine Yönelik Görüşleri.....	127
4.6.2 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Ortamında 21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimine Yönelik Görüşleri .....	129

4.6.3 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri.....	130
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>134</b>
<b>V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER</b> .....	<b>134</b>
5.1 Sonuç ve Tartışma .....	134
5.2 Öneriler .....	141
<b>KAYNAKÇA</b> .....	<b>142</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>172</b>



## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: P21 Tarafından Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflaması .....	26
Tablo 2: OECD Tarafından Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflaması .....	27
Tablo 3: Öntest-Sontest Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Seçkisiz Desen Modeli .....	82
Tablo 4: Deney ve Kontrol Grubunda Bulunan Öğretmen Adaylarına ait Bilgiler ...	84
Tablo 5: Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları .....	84
Tablo 6: Matematik Başarı Testine ait Madde Analizi Sonuçları.....	86
Tablo 7: Çalışmaya ait Zaman Çizelgesi .....	90
Tablo 8: STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Etkinlikler ve İçerikleri .....	92
Tablo 9: Deney-Kontrol Grupları Öntest Puanlarına ait MANOVA Testi Sonuçları	97
Tablo 10: Deney ve Kontrol Gruplarına ait Öntest ve Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri .....	101
Tablo 11: Varyansların Homojenliği için Levene Testi Sonuçları .....	103
Tablo 12: Bağımlı Değişkenler için Regresyon Eğimlerinin Eşitliğine Yönelik Sonuçlar .....	104
Tablo 13: Analizde Kullanılacak Kovaryantlar Arası Korelasyonlar .....	104
Tablo 14: MANCOVA Analizine İlişkin Box's Testi Sonuçları .....	104
Tablo 15: PTÇK için Puanlayıcılar Arasındaki Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı .....	105
Tablo 16: Tasarım Temelli Projeler için Puanlayıcılar Arasındaki Sınıfıçı Korelasyon Katsayısı.....	107
Tablo 17: Nitel Verilerin Analiz Edildiği Üç Tema.....	108
Tablo 18: Deney Grubuna ait Öntest-Sontest Puanlarının İlişkili Örneklemeler t Testi ile Karşılaştırılması .....	111
Tablo 19: Deney Grubunun Öntest ve Sontest Matematik Doğrularının Konulara göre Dağılımının İncelenmesi.....	112
Tablo 20: Kontrol Grubuna ait Öntest-Sontest Puanlarının İlişkili Örneklemeler t Testi ile Karşılaştırılması .....	113
Tablo 21: Kontrol Grubunun Öntest ve Sontest Matematik Doğrularının Konulara göre Dağılımının İncelenmesi.....	114
Tablo 22: Deney ve Kontrol Gruplarının Sontest Puanlarının Düzeltmiş Ortalamaları .....	115
Tablo 23: Deneysel Desenin Etkisine İlişkin MANCOVA Analizinin Sonuçları ...	115
Tablo 24: MBT Son testlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları .....	116
Tablo 25: MPÇİİÖ Sontestlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları ..	116
Tablo 26: FFÖ Sontestlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları .....	117
Tablo 27: Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi.....	118
Tablo 28: Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinin Nitelikleri.....	123

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Bütünleşik Öğretmenlik Bilgisi Yumurtası (Çorlu, 2014).....	4
Şekil 2: Yakınsayan Desen Prototip Modeli .....	81
Şekil 3: Çalışmanın Modeli.....	81
Şekil 4: Araştırmaya ait Akış Şeması .....	100
Şekil 5: Dördüncü Gruba ait Birinci Problem Temelli Çalışma Kağıdı .....	119
Şekil 6: Dördüncü Gruba ait İkinci Problem Temelli Çalışma Kağıdı .....	120
Şekil 7: Dördüncü Gruba ait Üçüncü Problem Temelli Çalışma Kağıdı .....	121
Şekil 8: Dördüncü Gruba ait Dördüncü Problem Temelli Çalışma Kağıdı .....	122
Şekil 9: Birinci Etkinliğe ait Bir Bekçi Kulübesi Projesi.....	124
Şekil 10: İkinci Etkinliğe ait Bir Teodolit Projesi.....	125
Şekil 11: Üçüncü Etkinliğe ait Bir Simülasyon Tasarımı Projesi .....	125
Şekil 12: Dördüncü Etkinliğe ait Bir Algoritma Projesi .....	126
Şekil 13: Dördüncü Etkinliğe ait Bir Oyun Tasarımı Projesi .....	127
Şekil 14: Öğretmen Adaylarının Matematiksel Yeterliliklerinin Gelişimine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar .....	128
Şekil 15: Öğretmen Adaylarının 21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar .....	129
Şekil 16: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminin Özelliklerine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar .....	130
Şekil 17: Öğretmen Adaylarının STEM Alanlarına Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar .....	131

## KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
FeTeMM	Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik
KPSS	Kamu Personel Seçme Sınavı
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
STEM	Science-Technology-Engineering-Mathematics
TÜSİAD	Türk Sanayici ve İş Adamları Derneği
YÖK	Yüksek Öğretim Kurumu



# BİRİNCİ BÖLÜM

## I. GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı, önemi, sınırlılıkları ve araştırmada geçen önemli kavramların tanımları yer almaktadır.

### 1.1 Problem Durumu

“Matematik, insan beyninin aktif irade ve derin düşünmeye dayanan sebep ve estetik mükemmelliği yansıtmasının bir ifadesidir. Temel bileşenleri mantık ve sezgi, analiz ve kurgu, genellik ve bireyselliktir” (Courant ve Robbins, 1996, s. 1). Matematik insanların düşünme yeteneğini geliştirmektedir. Aynı zamanda insanların günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözebilmesini, neden-sonuç ilişkileri kurmasını ve en önemlisi mantıklı düşünebilmesini sağlamaktadır (Yenilmez, 2010a). Matematik bilgisi kişilere verileri organize etme, analiz etme ve sentez yapma imkanı verir; matematik yeteneği gelişmiş insanlar, günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözümede zorlanmazlar (Savaş, 1999).

Matematik bilimsel ve teknolojik gelişmelerin temelinde yer alan, birçok bilim dalıyla direk veya dolaylı ilişkisi olan önemli bir bilimdir. Ekonomi, sağlık, fizik, kimya, mühendislik gibi birçok disiplin matematiğin gelişimine bağlı olarak ilerlemektedir. Bu nedenle matematik alanında başarılı bireyler yetiştirmek, ülkelerin kalkınmasını, çağa ayak uydurmasını ve teknolojik açıdan gelişmesini etkileyen önemli bir değişkendir. Teknoloji ve bilgi üretiminde eğitimin öneminin farkında olan ülkeler, fen ve matematik eğitimine büyük önem vermektedirler (Yamak, Bulut ve Dünder, 2014). Nitekim matematiksel yeterlilik iyi bir gelecek için kapılar açmakta, bu nedenle öğrencilerin matematiği anlaması ve derinlemesine öğrenmesi için fırsatlar sağlanması ve desteklenmesi gerekmektedir (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000).

Matematik soyut bir alan olduğundan öğrenciler için daima öğrenilmesi ve kavranması en zor derslerin başında gelir (Akın, 1990; Yenilmez, 2010b). Bu matematiğin soyut olduğu kadar önşartlılık ilişkisinin yoğun bir ders olmasından da kaynaklanmaktadır (Baykul, 2011). Matematik eğitiminin yaşamdan kopuk olarak yapılması öğrencilerin matematikte başarılı olmasını engellemekte ve öğrencilerin matematiğe karşı önyargılı olarak yetişmesine neden olmakta, neticede matematiğe karşı geliştirilen önyargı ve korku matematiğin zor olarak düşünülmesine sebep olmaktadır (Umay, 1996). Bu bağlamda matematik eğitimiyle ilgili olumsuzlukların giderilebilmesi ve öğrencilerin cebirsel kavramları daha iyi anlayabilmeleri için geleneksel öğretime alternatif yeni yaklaşımlar ve modeller geliştirilmektedir (Dede ve Argün, 2003). Öğrenciyi merkeze alan, kendisini rahatça ifade etmesini sağlayan ve günlük yaşamla bağları iyi kurulan bir matematik eğitimi anlayışı, başarılı bir matematik eğitimi için önkoşuldur (Umay, 1996). Matematiğin diğer disiplinlerle ve günlük yaşamla ilişkilerini ön plana çıkaran, öğrencilere matematiğin uygulama alanlarını öğretmek teknoloji ve mühendisliğe ilgi uyandırmayı hedefleyen STEM eğitim yaklaşımı başarılı bir matematik eğitimi için ümit verici bir yaklaşım olabilir.

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics [STEM] = Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik [FeTeMM]) eğitim yaklaşımı fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinleri arasında işbirliğini vurgulayan bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitimi bu disiplinleri ayrı ayrı değil bir bütün olarak görmeyi kapsamaktadır, bu nedenle entegre edilen disiplinlerin öğretilmesi birbirine bağlı bir bütün şeklinde gerçekleşmektedir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). STEM, gerçek hayat problemlerini çözümede kullanılan çeşitli disiplinlerin amaçlı (kasıtlı) olarak entegrasyonudur ve 21. yüzyıl zenginliği için STEM’de geçen “T” (technology-teknoloji) ve “E” (engineering-mühendislik) kritik rol oynamaktadır (Labov, Reid ve Yamamoto, 2010; Sanders, 2009). Bybee (2013), STEM eğitiminin öğrencilerin STEM disiplinlerinin temel içeriği ve uygulamalarını gerçek hayat durumlarında kullanabilmelerinin sağlanmasını amaçladığını belirtmektedir.

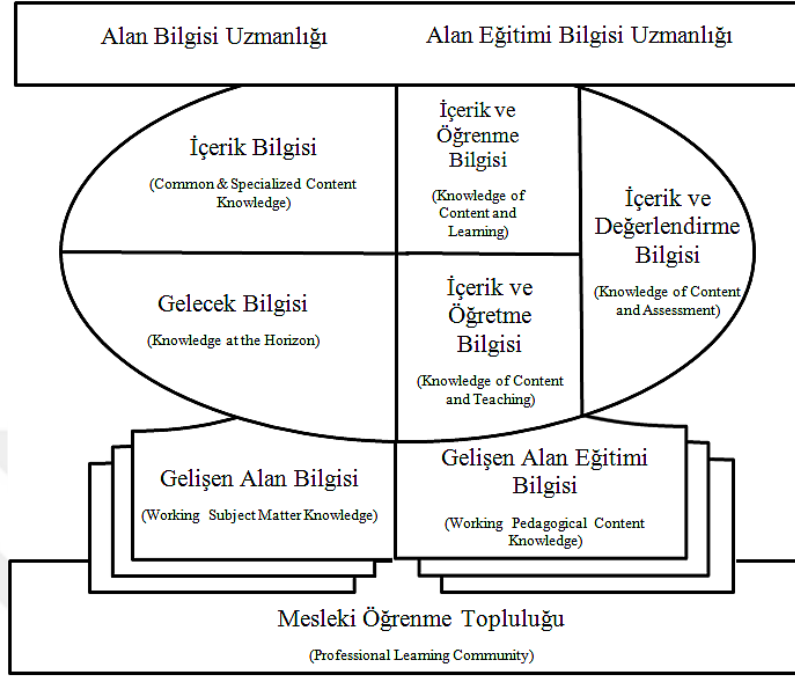
Mevcut eğitim programlarında eğitim alanlarının birbirinden kopuk ve anlam ifade etmeyen yapıda olması STEM eğitim yaklaşımının temelini oluşturmakta; bu yaklaşım çerçevesinde derslerin, inovasyonu geliştirecek şekilde disiplinler arası çalışmalar olarak ele alınması gerekmektedir (Altun, 2014). STEM eğitimi ile STEM

okuryazarı bir toplum, 21. yüzyıl yeteneklerine sahip ve inovasyon odaklı ileri düzeyde araştıran ve geliştiren bir işgücü yetiştirilmesi hedeflenmektedir (Bybee, 2013). Disiplinlerin bütünleştirilmesini temel alan STEM'in amacı disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin öğrenenler için ilişkili, odaklı, anlamlı ve amaca uygun bütüncül yaklaşım ile gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Böylelikle öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bir bütün olarak, mühendisliğin görev alanlarını bilerek ve inovasyon odaklı yetişmesi amaçlanmaktadır.

STEM eğitimi okulöncesinden doktora sonrasına kadar eğitim seviyelerindeki formal ve informal tüm eğitim seviyelerini kapsamaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitiminin oldukça fazla ilgi çektiği, bu konuda birçok rapor yayınlandığı ve yatırımlar yapıldığı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Kuenzi, 2008; Labov, Singer, George, Schweingruber ve Hilton, 2009). STEM eğitimi ile ilgili son dönemde birçok çalışma yapılmakta, eğitim programlarına entegrasyonu için çok çaba harcanmaktadır. STEM eğitiminde öğretmenlerin desteklenmesi, eğitim uygulamaları, öğretmen özyeterliliği, STEM eğitiminin uygulanması için gerekli materyaller gibi konular, üzerinde düşünülen hayati öneme sahip konulardır (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012).

STEM eğitimi konusunda ülkemizde son dönemde çalışmalar yapılmakta, öğretmenlerin eğitilmesi ve STEM'in ders programlarına dahil edilmesi konusunda somut adımlar atıldığı görülmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016a). Çorlu (2014) Türkiye'nin inovasyon kapasitesini artırabilmesi için yüksek nitelikli STEM işgücüne ihtiyaç olduğunu, öğretmenlerin STEM eğitimi verebilecek nitelikte yetiştirilmesinin gerekliliğini vurgulamakta; ancak öğretmenlerin mesleklerine etkin bir STEM eğitimi verebilmek için gerekli bütüncül öğretmenlik bilgisinden yoksun şekilde başladıklarını ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının fizik ve matematik alan bilgilerini eğitim pratiğine dönüştürmekte güçlük yaşamaları (Çorlu ve Çorlu, 2012), fen deneylerinde matematik bilgilerini kullanmada sorun yaşamaları (Aydın ve Delice, 2007) veya matematiği farklı disiplinler ve günlük yaşamla ilişkilendirme becerilerinin çok düşük düzeylerde olması (Özgen, 2013) öğretmen adaylarının bütüncül STEM eğitimi (integrated STEM education) almalarını gerekli

kılmaktadır. Çorlu (2014)'nun geliştirdiği bütünleşik öğretmen bilgisi yumurtası öğretmen eğitiminde STEM yaklaşımının kullanımını konusunda yol gösterici olabilir.



Şekil 1: Bütünleşik Öğretmenlik Bilgisi Yumurtası (Çorlu, 2014)

Modele göre STEM öğretmenlerinin sahip olması gereken özellikler; uzman seviyesinde alan ve alan eğitimi bilgisine sahip olma, öğretmene etkin bir STEM uygulayıcısı yetisi kazandıracak uzmanlık alanı dışında bir başka STEM alanında gelişen bir bilgiye sahip olma ve bu gelişen bilgiyi meslektaşları ile paylaşımlarda bulunarak geliştirme olarak sıralanmıştır (Çorlu, 2014). Bu nedenle öğretmen adaylarının lisans eğitimi sırasında kendi branşlarının yanı sıra STEM eğitimini öğrenmeleri pedagojik açıdan gelişimleri için önemlidir. Bu onların hem alan bilgilerine hem de gelişen alan eğitimi bilgilerine katkı sağlayacaktır.

STEM eğitimi ile K-12 eğitiminde mühendisliğe yer vermenin beş yararı bulunmaktadır; fen ve matematikte artan başarı, mühendislik ve mühendislik işlerinde artan bilinç, mühendislik tasarımlarını anlayabilme ve yapabilme yeteneği, mühendisliğe bir kariyer olarak devam etme isteği ve artan teknoloji okuryazarlığı (National Academy of Engineering ve National Research Council [NAE ve NRC], 2009). Bütünleştirilmiş STEM eğitiminin tüm bu yararları göz önüne alındığında,

öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bütünleştirilmiş STEM eğitimini öğrenmeleri ve kendi derslerinde uygulayabilmeleri, öğrencileri bu yaklaşımla eğitebilmeleri son derece önemlidir. Mühendislik ve inovasyona vurgu yapan bir eğitim yaklaşımı olması nedeniyle tüm eğitim seviyelerinde STEM eğitime yer verilmesi ulusal ve uluslararası düzeyde ülke başarısını etki edecek önemli bir değişkendir.

Öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sırasında STEM eğitimi almalarının öneminden yola çıkılarak bu çalışma kapsamında Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi bölümünde öğrenim gören sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitimi uygulanmıştır. Bu amaçla, temel matematik dersi STEM eğitimi etkinlikleri ile bütünleştirilerek STEM'in lisans eğitimine entegrasyonu sağlanmıştır.

### **1.2 Araştırmanın Amacı**

Çalışmanın amacı, temel matematik dersinde uygulanan STEM eğitimi etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının farklı alanlardaki gelişimlerine etkilerinin incelenmesidir. Bu amaçla uygulanan STEM eğitiminin öğretmen adaylarının matematik başarısı, matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç, FeTeMM farkındalık, 21. yüzyıl becerileri ve problem çözme becerisi alanlarındaki gelişimlerine etkisi ile çalışma kapsamında yaptıkları projeler ve STEM eğitimine yönelik görüşleri incelenmiştir.

### **1.3 Araştırmanın Önemi**

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2016a), “STEM Eğitimi Raporu”nda STEM eğitiminin eğitim sistemimize entegrasyonu için yapılması gereken çalışmaları değerlendirmiştir. Ancak bu çalışmalar henüz başlangıç aşamasındadır ve tüm eğitim kademelerinde bu çalışmaların yapılması uzun ve zaman alıcı bir süreçtir. Sınıf öğretmenliği alanında temel matematik dersinde STEM eğitiminin uygulandığı bu araştırma lisans eğitiminin bu alanda geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde özellikle uluslararası literatürde STEM eğitimi ve bunun STEM'in eğitim programlarına entegrasyonuna yönelik oldukça fazla sayıda çalışma yer alırken (Berry ve diğerleri, 2010; Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; Fink, 1999; Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi, 2013; Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehrig, 2013; Parker, Smith, McKinney ve Laurier, 2016; Rockland ve diğerleri, 2010; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012) ulusal

literatürde bu alandaki çalışmaların daha yeni ve az sayıda olması dikkati çekmektedir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Baran, Canbazoğlu Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Gencer, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Keçeci, Alan ve Kırbağ Zengin, 2017; Yamak ve diğerleri, 2014). Literatürde STEM eğitiminde farklı yöntemlerin sınıfa nasıl etki ettiğini ortaya çıkaran daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu (Williams, 2011) ve öğrencileri erken yaşlardan itibaren STEM araştırmaları yapabilecek şekilde eğitecek öğrenme ortamlarının tasarlanması ve bu tasarımları etkin şekilde kullanabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (Çorlu, 2014; Merrill ve Daugherty, 2010). Bu nedenle bu çalışmada STEM eğitiminin öğretmen adaylarının matematik ve diğer alanlardaki gelişimlerine etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında, öğretmen adaylarının gelişimleri nicel ve nitel yöntemlerle çok yönlü incelenerek STEM eğitiminin etkilerine yönelik geniş bir bakış açısı sağlanması hedeflenmiştir. Bu yönleri ile çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **1.4 Problem Cümlesi**

Araştırmanın problemi “Temel Matematik dersinde uygulanan STEM eğitimi etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının matematik başarıları, matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç, STEM farkındalık, problem çözme becerileri, 21. yüzyıl becerileri alanlarındaki gelişimlerine etkileri, öğretmen adaylarının geliştirdikleri projelerin nitelikleri ve STEM eğitime yönelik görüşleri nasıldır?” olarak belirlenmiştir.

#### **1.5 Alt problemler**

Çalışmanın genel problemine bağlı olarak alt problemleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

1. Deney grubu öğretmen adaylarının öntest ve sontest;

- a) matematik başarı,
- b) matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
- c) STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

2. Kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest ve sontest;

- a) matematik başarı,
  - b) matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
  - c) STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest puanları kontrol altına alındığında sontest;
- a) matematik başarı,
  - b) matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
  - c) STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. STEM eğitim uygulamalarının öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi nasıldır?
5. Öğretmen adaylarının geliştirdikleri STEM projelerinin niteliği nasıldır?
6. Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri nelerdir?

### **1.6 Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu çalışma,

- a) Uygulama, sınıf öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 46 öğretmen adayı ile sınırlıdır.
- b) Eğitim süresi 2016-2017 eğitim - öğretim yılı ikinci döneminde 12 hafta ve haftada 2'şer saat olmak üzere toplamda 24 saat ile sınırlıdır.
- c) Uygulamalar kapsamında ders planlarının geliştirildiği Temel Matematik II dersine ait trigonometri, koordinat sistemi ve katı cisimlerin alan hacimleri konuları ile sınırlıdır.
- d) Çalışmada uygulanan ölçme ve değerlendirme araçları ile sınırlıdır.

### **1.7 Araştırmanın Varsayımları**

- a) Örneklemin evreni temsil ettiği varsayılmaktadır.

- b) Araştırmaya katılan tüm öğretmen adayları dış faktörlerden eşit oranda etkilenmiştir.
- c) Araştırmada uygulanan tüm ölçme ve değerlendirme araçlarına öğretmen adayları içten ve doğru cevap vermişlerdir.

## 1.8 Tanımlar

**Akademik Başarı:** Belirli bir ders ya da programda hedeflenen ölçütlere bireyin ne derece vardığını gösteren yeterlilik düzeyinin göstergesidir.

**Bütünleşik STEM Eğitimi:** Bütünleşik STEM eğitimi, disiplinler arasında ilişki kurarak öğrenmenin öğrenenler için ilişkili, odaklı, anlamlı ve amaca uygun bütüncül bir yaklaşım ile gerçekleştirilmesidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000).

**Farkındalık:** Farkında olma durumu (Türk Dil Kurumu [TDK], 2006).

**İnanç:** Bir düşünceye gönülden bağlı bulunma (TDK, 2006).

**Mühendislik Tasarım Süreci:** İnsan hayatının tüm alanlarını etkileyen, bilimin kurallarını kullanan, deneyimler üzerine kurulu, çözüm fikrinin fiziksel olarak gerçekleştirilmesi için önkoşullar sağlayan bir aktivitedir (Pahl ve Beitz, 2005).

**Probleme Dayalı Öğrenme:** Öğrencilerin içerik bilgisi çalışmak yerine gerçek hayat problemleri durumlarında öğrenmelerini sağlayan ve öğrencilerin problem çözme ve özyönetimli öğrenme becerilerini geliştiren eğitim yöntemidir (Hung, Jonassen ve Liu, 2008).

**Proje Tabanlı Öğrenme:** Öğrencilerin sorularını araştırdığı, hipotez kurduğu ve açıkladığı, fikirlerini tartıştığı, yeni fikirler sunduğu, gerçek hayat problemleriyle uğraştığı ve kendi anlamalarını aktif olarak yapılandırdıkları sınıf ortamıdır (Krajcik ve Blumenfeld, 2006).

**21. Yüzyıl Becerileri:** 21. yüzyılda öğrencilerin işte ve hayatta başarılı olabilmeleri için gerekli bilgi, beceri, okuryazarlık ve uzmanlıkların birleşimidir (Partnership for 21st Century Skills [P21], 2009).



## İKİNCİ BÖLÜM

### II. KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde STEM eğitim yaklaşımı tanıtılmış, daha sonra STEM eğitimi ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

#### 2.1 STEM Eğitimi

STEM eğitim yaklaşımı İngilizce Science – Technology – Engineering – Mathematics kelimelerinin baş harflerinin kısaltması olarak ortaya çıkmış, Türkçe’ye ise Fen – Teknoloji – Mühendislik – Matematik kelimelerinin kısaltması olan FeTeMM şeklinde çevrilmiştir. Ancak Türkçe’de de STEM eğitimi olarak kullanıldığı görülmektedir. STEM eğitimi ilk olarak 1980’lerde eğitim reformu hareketinde K-12 eğitiminde fen, matematik ve teknolojinin entegrasyonu olarak ortaya çıkmıştır. Daha sonra mühendislik için içine girmiş ve vurgu bu dört disiplinin bütünleştirilmesine kaymış, STEM eğitim reformu olarak bugün bilinen eğitim yaklaşımı oluşmuştur (Wells, 2016). STEM eğitimindeki en büyük problemlerden biri STEM eğitimi ve STEM entegrasyonunun araştırmacılar tarafından farklı yorumlanmasından kaynaklanmaktadır. Birçok makalede STEM eğitiminin tek disiplinden disiplinlerötesi yaklaşımlara kadar farklılaşan çeşitli tanımları yapılmaktadır (English, 2016). “K-12 eğitime STEM entegrasyonu” adlı raporda STEM eğitiminde entegrasyon, “öğrencilerin farklı disiplinlerden bilgi ve becerileri kullanmalarını gerektiren görevlerde karmaşık olgu ya da durumlar bağlamında çalışmaları” (NAE ve NRC, 2009, s. 52) olarak tanımlanırken Vasquez’e (2015) göre STEM tek bir şey değildir, öğrencilerin anlamlı problemleri çözmek için farklı disiplinlerden beceri ve kavramları uygulamalarına yardım eden çeşitli stratejilerden oluşmaktadır. STEM eğitimi, dört disiplini birbirine bağlı bir bütün paradigmaya entegre ederek öğrencileri yaratıcı ve inovatif problem çözücüler, araştırmacılar, mühendisler ve tasarımcılar olarak hazırlamayı amaçlayan bütüncül bir eğitim programına atıf yapmaktadır (International Science Reference [ISR], 2015). STEM eğitiminde yer alan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarının türü yalnız STEM’i tanımlamada değil, STEM eğitiminin nasıl yürütüleceği konusunda

da fikir vermektedir (Brown, Brown, Reardon ve Merrill, 2011). STEM eğitimi, fen ve matematik derslerinin bölümlere ayrılmasından ziyade birleştirilmiş çok disiplinli eğitime doğru değişimdir (Riechert ve Post, 2010). Bu nedenle STEM eğitiminde bu disiplinlerin birbiriyle ilişkilendirildiği bütünlük bir eğitim uygulanmasına yer verilmesi önemli ve gerekli görülmektedir.

STEM eğitimi tanımlarında bazen tek disiplin vurgulanırken bazen dört disiplin ayrı ama eşit görülmekte, bazen de STEM bu dört disiplinin entegrasyonu olarak ifade edilmektedir (Bybee, 2013). STEM eğitiminde kaynaştırma, söz konusu dört alanın içerik olarak uyarlanması ya da birinin odağa alınıp diğerlerinin odağa alınan bu disiplinin içeriğinin öğretilmesi için bağlam olarak kullanılması gibi de düşünülebilir (Moore ve diğerleri, 2013). Bybee (2010)'e göre, STEM eğitiminin geliştirilmesinde ilk adım STEM okuryazarlığı tanımının netleştirilmesi ve bunun okul programlarının temel bir hedefi haline getirilmesidir. Literatürde STEM okuryazarlığının genel bir tanımını Balka (2011) şöyle yapmıştır; “STEM okuryazarlığı kompleks problemleri anlamak ve onları yenilikçi şekilde çözmek için fen, teknoloji, mühendislik ve matematikten kavramları tanımlama, kullanma ve entegre etmedir.” “K-12 Eğitime STEM Entegrasyonu” adlı çalışmada, STEM okuryazarlığının modern toplumda fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin rolünün farkında olma, her alanda yer alan temel kavramlara aşina olma, uygulama bilgisinin temel düzeyde olması (örneğin; günlük yaşamla ilişkili matematik problemlerini çözebilme) gibi bazı bileşenleri içermesi gerektiği belirtilmektedir (NAE ve NRC, 2014). Bybee (2013) ise STEM okuryazarlığı becerilerini şöyle sıralamaktadır;

1. Fen, teknoloji, matematik ve mühendislikle ilgili bilgiler kazanma ve bu bilgileri yeni bilgiler kazanma, konuları tanımlama ve STEM ile ilgili konularda bilgi edinmede kullanma,
2. Araştırma, analiz ve tasarım süreçlerini kapsayan insan çabalarının bir şekli olarak STEM disiplinlerinin özelliklerini anlama,
3. STEM disiplinlerinin maddesel, entelektüel ve kültürel dünyamızı nasıl şekillendirdiğini tanıma,

4. İlgili, etkili ve yapılandırıcı vatandaşlar olarak STEM ile ilgili fikir ve konulara katılmada istekli olma.

Temelde STEM eğitiminin iki amacı olduğunu söylemek mümkündür: Üniversitede STEM mesleklerini seçen öğrenci sayısını arttırmak ve öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerindeki temel bilgi düzeylerini arttırarak günlük yaşamlarında bu disiplinlerle ilgili problemleri yaratıcı çözümler uygulayarak çözebilmelerini sağlamaktır (Thomasian, 2011). STEM eğitimi öğrencilerin birçok açıdan gelişmesini sağlar. Morrison (2006) STEM eğitiminin öğrencileri daha iyi problem çözücü, mucit, yenilikçi, mantıklı düşünen, kendine güvenen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirdiğini belirtmektedir. Çalışmalar, fen ve matematiğin bütünleşik olarak öğretilmesinin öğrencilerin okula ilgilerinde (Bragow, Gragow ve Smith, 1995), öğrenme motivasyonlarında (Gutherie, Wigfield ve VonSecker, 2000) ve başarılarında (Hurley, 2001) artış sağladığını göstermiştir. STEM eğitimi öğrencilerin problem çözme becerilerini, kritik ve analitik düşünme becerilerini geliştirir, eğitim programlarının gerçek dünya ile bağlantılarını kurmalarına öncülük eder (Brophy ve diğerleri, 2008; National Science Board [NSB], 2007). ByBee (2010) göre, gerçek bir STEM eğitimi öğrencilerin eşyaların nasıl çalıştığını ve teknolojiyi anlamalarını artırmalıdır. Aynı zamanda üniversite eğitimi öncesinde öğrencileri mühendislikle daha fazla tanıştırmalıdır. Öğrenciler uyum sağlama, kompleks iletişim, sosyal beceriler, iyi yapılandırılmamış problem çözme, özyönetim ve modern ekonomide yarışmak için düşünme becerileri kazanmalıdır. STEM eğitiminde öğrenciler lise sonrasında bir STEM alanı veya kariyeri takip etmeseler bile, hepsinin STEM alanlarında uzmanlıklarının geliştirilmesi önemlidir. STEM gerçeklerini, kurallarını ve tekniklerini anlama ve kullanma becerileri; bireylerin okulda ve birçok disiplinde başarılı olmak için yeteneklerini geliştiren transfer edilebilir becerilerdir. Bunlar; bir problemi tanımak için kritik düşünmeyi kullanma, bir problemi değerlendirmek için STEM kavramlarını kullanma ve bir problemi çözmek için ihtiyaç duyulan adımları doğru tanımlamadır (Thomasian, 2011).

STEM eğitiminin kısaltması için ilk olarak 1990'larda Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation [NSF]) tarafından SMET kısaltması kullanılmış, ancak burada çalışan bir memur SMET kelimesini "smut" (karalamak) kelimesine benzetince STEM (STEM) akronimi doğmuştur (Sanders, 2009). Önceleri STEM bu

dört birbirinden ayrı ve farklı disiplin için kullanılırken, daha sonra STEM eğitimi ile bunlar arasındaki etkileşime vurgu yapıldığı söylenmiştir. Ancak Sanders (2009) birbirinden farklı olan bu dört alanı bu şekilde bir araya getirmenin bu kadar kolay olmadığını ve bu konuya biraz şüpheyle yaklaştığını vurgulamaktadır. 2005'te Teknoloji Eğitim Fakültesinde STEM eğitimi uygulamak üzere bir bölüm kurduklarını ve 2007 yılında "Bütünleşik STEM Eğitimi" (integrative STEM education) adıyla lisans programının adını değiştirdiklerini, bu bölümde STEM eğitimindeki bütünleştirici yaklaşımların araştırılmasını hedeflediklerini belirtmektedir (Sanders, 2009). Bütünleşik STEM eğitimi lisans programı, geleneksel bağlantısız STEM eğitime alternatifler araştırmak ve yürütmek üzere, STEM eğitimcileri, yöneticileri ve ilkökul eğitimcileri yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bütünleştirici STEM eğitiminin önemli bir bileşeni olarak önerilen birinci pedagoji "amaçlı tasarım ve sorgulama"dır. Bu yaklaşım, teknolojik problem çözme bağlamında öğrencilere bilimsel sorgulama yaptırma yoluyla teknoloji tasarım ve fende ki sorgulamayı birleştirmektedir. Bu matematiğin teknoloji, tasarım, problem çözme bağlamında uygulanması ile bilimsel sorgulama arasında yer alan problem temelli bir öğrenmedir. Teknoloji laboratuvarında sorgulama ve fen sınıflarında teknoloji tasarımı nadiren ortaya çıkarken, okul dışındaki dünyada tasarım ve sorgulama gerçek hayat problemlerine mühendislik çözümleri bulunurken hep birlikte kullanılmaktadır (Sanders, 2009).

İçinde yaşadığımız zamanın ekonomisi daha global, teknolojik ve rekabetçi hale geldikçe işgücünde yarışacak olanların STEM becerilerinin de güçlendirilmesi gerekmektedir. STEM bilgi ve becerilerini geliştirmede başarılı olan bireyler diğerlerine göre önemli avantajlar yakalayacaktır (Raines, 2012). STEM disiplinlerindeki başarının düşük düzeyde olması ve bu disiplinlerden mezun bireylerin sayısındaki azalma nedeniyle, gelecek nesil bugünün ve geleceğin ihtiyaçlarını karşılama konusunda yeterli olmayacaktır (National Research Council [NRC], 2011a). Gençlerin dikkatlerini STEM alanlarına çekmek Amerika Birleşik Devletleri (ABD) için çok kritik bir öneme sahiptir ve yapılan araştırmalar STEM bilgi düzeyleri eksik olan öğrencilerin, fen ve mühendislik ile ilgili mesleklere veya matematik, fen ve teknoloji okuryazarlığı gerektiren disiplinlere yönelmediğini göstermektedir (Merrill ve Daugherty, 2010). Ayrıca üniversitede bir STEM alanına

girmeyi planladıklarını belirten öğrencilerin, STEM dışında derece almak isteyen akranlarından bu alandaki bir programı tamamlama ihtimalinin üç kat daha yüksek olduğu bulunmuştur (Maltese ve Tai, 2010). Öğrencilerin erken yaşta STEM alanlarına ilgilerinin varlığı STEM alanlarında bir kariyere devam etmelerinde önemli bir rol oynamaktadır (Dabney ve diğerleri, 2012; Maltese ve Tai, 2010; NRC, 2011a). STEM branşı seçme ortaokul eğitiminin başlangıcı ile ilişkilendirilmektedir (Wang, 2013). Ayrıca STEM programına erken kabul edilen öğrencilerin eğilimlerinin STEM profesyonellerinin eğilimlerine daha çok benzediği, geleneksel eğitim alan lise öğrencilerinin eğilimlerine daha az benzediği de farklı bir çalışmanın sonuçları arasındadır (Knezek ve diğerleri, 2013). STEM'e katılımında öğrenci ilgi ve motivasyonunu sürdürmek için ortaokulun başlangıcına odaklanmanın önemi, alanda yapılan birçok çalışmayı inceleyen McDonald (2016) tarafından da ifade edilmiştir. Bu nedenle, öğrencilerin STEM disiplinlerine olan ilgilerinin erken yaşlarda keşfedilmesi ve sonraki yıllarda STEM ile ilgili alanlara yönelmelerini sağlanması önemlidir (NRC, 2011a; Raju ve Clayson, 2010). Öğrencilerin üniversitede STEM temelli meslekleri seçmeye cesaretlendirmek ve öğrencilerin daha başarılı olabilmelerini sağlamak için yapılacak tek şey; erken müdahaledir (Raines, 2012). İlkokuldan önce çocuklar birbirlerine ve yetişkinlere etraflarındaki dünya ile ilgili sorular sorarlar. Eğer çocuklar bu dönemde fen ve mühendislik uygulamaları yaparlarsa daha iyi sorular sorabilir, problemleri daha iyi tanımlayabilirler (Bybee, 2011).

## **2.2 Dünyada ve Ülkemizde STEM Eğitimi**

21. yüzyılda gerektirdiği niteliklere sahip insan profilinin yetiştirilmesinde STEM önemli bir yere sahiptir. STEM, yaşanabilir ücretler kazanmaları ve kendileri ve toplum için daha doğru kararlar verebilmeleri için bireylere sayısal okuryazarlık ve teknoloji becerileri kazandıracak ve teknolojik dünyada bilinçli tercihler yapan insanlar yetiştirerek demokrasiyi güçlendirecektir (President's Council of Advisors on Science and Technology [PCAST], 2010). Bu nedenle ABD, Japonya, Kore, Almanya, İngiltere, Çin gibi birçok ülkede STEM eğitimi vermeye başlamıştır (MEB, 2016a).

ABD, sürekli değişen dünyada güçlü ekonomisiyle baskın yerini korurken, işgücünde bireylerin ortaokul sonrası (postsecondary) eğitimleri önem kazanmış ve bilgiye

dayanan ekonomilerin yükselmesi sonucu birçok ülke 1970'lerden itibaren yükseköğretim sistemlerini geliştirmeye başlamıştır. ABD dışındaki birçok ülkede mühendislik, matematik ve doğal bilimler eğitiminde yükseköğretimde ulaşılabilirlik ABD'den daha fazla gelişmiştir (National Science Board [NSB], 2008). Diğer ülkeler STEM eğitimi alanında gelişmesine rağmen ABD'nin STEM alanları alarm verecek oranda azalmaktadır (Raju ve Clayson, 2010). Bunun sonucunda Amerika Birleşik Devletleri fen, teknoloji mühendislik ve matematik alanlarında üniversite eğitimi öncesi daha kapsamlı ve koordineli bir eğitim yaklaşımına ihtiyaç duymuş ve derin teknik bilgi ve personel becerilerine sahip bir işgücü ve 21. yüzyılın zorlu görevlerine uygun yetiştirilmiş STEM okuyazarı vatandaşlar yetiştirebilmek için STEM eğitim yaklaşımı geliştirilmiştir (Bybee, 2010). Bu nedenle STEM eğitimi ABD'de bilimsel ve ekonomik gelişim için anahtar olarak görülmektedir (Mong ve Ertmer, 2013).

STEM eğitiminin ortaya çıkmasına sebep olan birçok etken bulunmaktadır. Örneğin, Amerika'da öğrencilerin bugünün ve geleceğin ekonomilerine hazır olmadığını gösteren araştırmalar nedeniyle STEM eğitime odaklanmaya ihtiyaç duyulmuştur (NRC, 2011a). Bu konuda yapılan bir araştırmaya göre, ABD'deki sekizinci sınıf öğrencilerinin yaklaşık % 75'i sekizinci sınıfı bitirdiklerinde matematikte yeterli değildir (Schmidt, 2011). Bunun yanı sıra ABD uluslararası değerlendirmelerde yüksek performans gösteren ülkelerin gerisinde kalmaktadır. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (The Programme for International Student Assessment [PISA]) 2009'da matematik okuryazarlığında Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organization for Economic Co-Operation and Development [OECD]) ortalaması 496 puan iken ABD 487 puana; fen okuryazarlığında OECD üyesi ülkelerin puan ortalaması 501 iken ABD'nin 502 puan ortalamasına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Şangay, Kore, Finlandiya, Hong Kong ve Singapur üç puan türünde de (matematik, fen, okuma) zirvede olan ülkelerdir (OECD, 2010). PISA 2012'de OECD ortalaması matematik okuryazarlığında 494 puan iken ABD 481, fen okuryazarlığında OECD ortalaması 501 puan iken ABD'nin 497 puan ortalamasına sahip olduğu görülmektedir. Öğrencilerin yalnızca % 8'i 5 ve 6. seviyenin üzerine çıkmıştır. Yani yalnızca %8'lik bir öğrenci dilimi günlük hayat durumlarında bilimsel bilgiye başvurabilmekte ve açıklayabilmektedir (OECD, 2014). PISA

2015’de OECD üyesi ülkelerin puan ortalaması fen okuryazarlığında 493 iken ABD 496, matematik okuryazarlığında OECD 490 puan iken ABD 470 puan almıştır. Singapur, Japonya, Estonya, Çin, Finlandiya gibi ülkeler her üç puan türünde de liderliği elde etmişken ABD bu ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır (OECD, 2016). Amerika’da sekizinci sınıfta okuyan öğrencilerin sadece %10’u Uluslararası Fen ve Matematik Sınavı’nda (The Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]) üst düzey performans gösterirken, Singapur’da bu oran % 32, Çin’de % 25’dir. Buradaki problem, sadece Amerikalı öğrencilerin istenilen yeterlilik düzeyinden yoksun olmaları değil bunun yanı sıra birçok öğrencinin STEM disiplinlerine olan ilgilerinin de yetersiz olmasıdır (NRC, 2011a; PCAST, 2010). Bu durumu Akgündüz ve diğerleri (2015) şöyle açıklamaktadır; ABD’nin uluslararası sınavlarda istenilen düzeyde başarı gösterememesi, ABD’de Çin’in bilimsel ve teknolojik gücünün tehdit olarak algılanması, mühendis ve işçilerin istenilen kalitede yetişmemesi, iş dünyasının eğitime karşı ilgisini artırmış ve bu konuda birçok rapor yayınlanmıştır. Bu raporların oluşturduğu baskı neticesinde eğitimde yeni yöntem arayışlarına gidilmiş ve mühendislik eğitimi okullarda daha çok, ders dışı saatlerde okul dışı programlar şeklinde uygulanmaya başlanmıştır. Mühendisliğin okullarda uygulanmasıyla matematik, fen ve teknoloji eğitimi için çok iyi bir ortam oluşturacağı düşünülmüş, bu sebeple STEM denilen bir akım popüler olmaya başlamıştır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). STEM eğitiminin öncüleri, fen ve matematik konularının teknoloji ve mühendislik kavramlarıyla bütünleştirildiğinde daha etkili olacağına ve öğrencilerin STEM mesleklerine daha iyi hazırlanacaklarına; böylece ABD’nin uluslararası sınavlarda tekrar üst sıralara yükselebileceğine inanmaktadır (Brown ve diğerleri, 2011). Ayrıca gerçek hayat problemleri ile STEM alanları arasında kurulan bağlantıların öğrencilerin eğitim kariyerlerinin başında oluşturulmasının STEM ile ilişkili alanlara giren öğrenci sayısının artmasına neden olacağı düşünülmektedir (Brophy ve diğerleri, 2008).

Öğrencilerin bugünün ve geleceğin ekonomilerinin taleplerine hazır olmamaları, 8. sınıfı bitiren öğrencilerin % 75’inin matematikte yeterli olmaması ve uluslararası sınavlarda öğrenci grupları arasındaki büyük başarı farklılıkları STEM eğitiminin ABD’deki gerekselidir (NRC, 2011a). Ulusal Bilim Kurulu (National Science Board [NSB]), Avrupa Birliği’nde (AB) % 25, Güney Kore’de % 38, Çin’de % 47

oranında öğrenciler mühendislik disiplinlerini tercih ederken ABD’de bu oranın %16 olduğunu belirtmektedir (Raju ve Clayson, 2010). ABD’de üniversite mezunlarının üçte biri STEM disiplinlerinden mezun olurken Çin’de bu oran % 53, Japonya’da ise % 63 civarındadır (PCAST, 2010). Yani ABD STEM disiplinlerinden mezun olan 24 yaş grubu kişilerin oranıyla dünyada 20. sırada bulunmaktadır (Kuenzi, 2008). Birçok işveren işe başvuran adayların başarılı olmak için gerekli olan matematik, bilgisayar ve problem çözme becerilerinden yoksun olmalarından şikayet etmekte, ABD’de STEM pozisyonlarını artan oranda uluslar arası öğrenciler doldurmaktadır (NRC, 2011a). Bu nedenle, ABD’de öğrencilerin istihdamının sağlanması ve toplumda yetkili, yetenekli vatandaşlar olarak yer almaları için liseden mezun olan bütün öğrencilerin STEM okuryazarlığında yeterli düzeye sahip olması STEM eğitiminin vizyonu olarak belirlenmiştir (NAE ve NRC, 2009).

ABD’de STEM eğitimi, ülke ekonomisi için çok önemli görüldüğünden ülke genelinde birçok üniversite ve okul bünyesinde çok sayıda STEM Merkezi kurulmuş, ayrıca STEM okulları açılmıştır (MEB, 2016a). Bu okullarda özellikle proje temelli öğrenme ve mühendislik tasarım süreci gibi yenilikçi yaklaşımlar uygulanmakta; böylece kritik düşünme becerilerinin gelişimi, STEM mesleklerine yönelik motivasyon oluşturma, ABD’de iş dünyasının ihtiyaç duyduğu bilgi ve becerilerin kazandırılması ve üniversitelerin fen bilimleri ve mühendislik bölümlerini tercih eden öğrenci sayısının artırılması hedeflenmektedir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Ancak ABD güçlü, koordineli bir STEM eğitimi yapılandırılmasında iki büyük sorunla karşı karşıyadır; STEM öğrenmesinde tutarlılığı sağlama ve yüksek kalitede iyi yetiştirilmiş öğretmen ihtiyacını karşılama (NSB, 2007).

Singapur, PISA sınavında matematik ve fen okuryazarlığında önceki yıllardan beri yüksek puan alan ülkeler arasındadır ve PISA 2015’te de en yüksek puanı almıştır. Singapur STEM konusunda kendine güvenmektedir. Ülkede STEM eğitiminin önemine yaygın olarak inanılmaktadır ve STEM’i üst bir pozisyona oturmuştur. Ortaokulda ve lisede STEM’in önemi sorgulanamaz. Herkese STEM eğitimi sağlanması ve STEM alanlarında başarının artırılması ülke stratejilerinde sıklıkla vurgulanmaktadır. Ülke STEM eğitiminde etkili bir yaklaşım geliştirmiştir. Toplumda STEM’e saygı yüksektir ve aileler STEM’e büyük önem vermektedir. Ailelerin pozitif tutumları öğrencilerin STEM katılımını etkilemektedir (Marginson,



Tytler, Freeman ve Roberts, 2013). Matematik ve fende aile katılımı öğrencilerin STEM alanlarında daha becerikli olmasını sağlamakta, STEM aktivite ve yarışmaları öğrencilerin ilgilerini bu alanlara çekmektedir. Singapur eğitim kültürü, kariyer ve öğrenme yoluyla kişinin hayat kalitesinin artırılmasına odaklanmaktadır. İlkokullar matematik ve fende öğrencilere gelecekte STEM kariyerleri izleyebilmeleri için çok iyi temeller sağlamaktadır (Worsham, 2016). Singapur ailelerin eğitime katılımına büyük önem vermektedir. Aileler geliri ve matematik başarısı düşük olan çocukların fen ve matematik yarışmaları, kulüpler gibi aktivitelere katılımları konusunda okulları desteklemektedir. Kariyer servis merkezleri gençlere kariyer olanakları ve bilgi kaynakları konusunda rehberlik yapmaktadır. Ülkede teknik okullarla ilgili güçlü bir sistem vardır. 2010'da teknik okul mezunlarının % 80'i yükseköğrenime devam etmiştir. Akademik liselerde bu oran % 95 civarındadır. Bu, Singapur'da teknik okullarda STEM'e verilen önem sayesinde. Teknik okullar STEM mesleklerinin önemli bir kaynağıdır (Marginson ve diğerleri, 2013).

PISA 2015'te Japonya ortalama puanda önceki yıllara göre yaşanan düşüşle birlikte fen performansında zirveyi alan ülkelerdendir (OECD, 2016). Japonya'da son yirmi yıldır STEM'de zorunlu saatler ve standartların düşmesiyle birlikte PISA başarısı da düşmüştür. Diğer bazı ülkelerde olduğu gibi Japonya'da da daha başarılı öğrencilerin fen ve matematik alanlarında kalmaları gerektiği konusunda kaygılar vardır. Ülkede STEM eğitimi, alanında uzman kalifiye öğretmenler tarafından verilmektedir. Ülkede öğretmenlerin kalitesinin geliştirilmesine büyük vurgu vardır. Japonya öğrencilerin STEM alanlarına katılımı ve bu alanlarda öğrenci performanslarındaki düşüşe odaklanmaktadır. Süper Bilim Liseleri gibi ülkede özel matematik ve fen eğitimi sağlayan elit okullar bulunmaktadır. Japonya bu tür liselerde yüksek başarıyı sürdürmektedir ancak ortaokuldan sonra fen ve matematik zorunlu değildir. Ülke yenilikçi ve esnekliğiyle ünlü teknik okullara sahiptir. Öğrenciler ortaokulda STEM ve STEM olmayan bölümler olarak ikiye ayrılmaktadır (Marginson ve diğerleri, 2013).

İngiltere matematikte güçlü bir profile sahiptir. STEM'de yüksek başarıya odaklanan hükümetin hedefleri; her okul ve üniversitede fen öğretmen ve öğretim elemanlarının kalitesinin artırılması, fen çalışan öğrenci, lise sonrası ve yükseköğrenimde bu alanlara yönelen öğrenci ve bu alanlardaki kalifiye öğrenci oranının artırılmasıdır.

Ülkede STEM ve bilgi işlem alanlarında uzmanlaşmış 1300 okul bulunmaktadır. Bu okullar gelişmiş matematik ve fen programı, uluslararası olimpiyatlar gibi zenginleştirici aktivitelere katılım, STEM veya dışındaki üniversitelere iyi hazırlanma imkanları sağlamaktadır. Ülkede ilköğretim fen ve matematik eğitimine büyük önem verilmektedir. Ülke eğitim programlarındaki ağır içerikten problem çözme, yaratıcılık, kritik beceriler, fen ve matematiğe etkili yaklaşımlara doğru reformlar yapmıştır (Marginson ve diğerleri, 2013). Ülkede STEM eğitiminin gelişimi şu şekildedir; öncelikle ilgi STEM konularına odaklanmış ve birçok raporda STEM kariyerlerini seçen öğrenci azlığı ifade edilmiştir. Bu nedenle hükümet normal okullarda ve yüksek eğitimde STEM eğitimini büyük bir öncelik olarak tanımlamıştır. STEM eğitiminin geliştirilmesi ve öğretmenlerin desteklenmesi için ulusal STEM merkezleri ve okullarda STEM Networkler kurulmuştur. Ülkede STEM eğitimi iki önemli amaca yönelik olarak yapılmaktadır; bütün vatandaşların STEM okuryazarlığını geliştirmek ve global pazarda yarışabilmek için STEM uzman ihtiyacının sağlanmasını garantilemek için bir kısım öğrencilere STEM kariyeri konusunda özel eğitim sağlamak (Utsumi, 2017).

Finlandiya’da da Kore ve Almanya gibi mühendislikle ilgili yükseköğrenim gören öğrenci oranı önemli derecede yüksektir. Öğretmenlik bir uzmanlık derecesi almayı gerektirir, öğretmenlik birçok işe girmekten daha zordur ve en iyi öğretmenler fakir ailelerin ve en çok öğrenme güçlüğü olan çocukların yaşadığı bölgelerdeki öğretmenlerdir. STEM eğitime dezavantajlı ve düşük başarı gösteren öğrencilerin katılımını artırmak için ülkede yenilikçi politikalar izlenmektedir. Finlandiya okul performansı, doktora katılım oranı, işte gereken STEM nitelikleri düzeyi, öğretme düzeyi ve araştırmaların ağırlığı ve ekonomideki işgücünün gelişimi ile fevkalade STEM göstergelerine sahiptir. Öğrenciler okul bitene kadar matematik çalışmak zorundadır. Finlandiya Çin’in bazı bölgeleri gibi uluslararası testlerde öğrencilerinin fen ve matematik yetenekleriyle en üst sırayı paylaşmaktadır. Finlandiya başarılı eğitim sistemiyle önemli bir ülkedir. Yükseköğretimde mühendisliğe katılım özellikle güçlüdür. İsveç, Finlandiya, Almanya ve Birleşik devletler STEM de varılacak son noktanın anahtarı konumundadır. İsveç uluslararası yükseköğretim öğrencilerin % 35’ini ve Finlandiya % 32’sini mühendislik, imalat ve inşaat ile ilişkili programlarda kaydetmektedir. STEM çalışmasına zamana bağlı olarak

yükseköğretimde tutarlı bir katılım modeli yoktur. Danışmanların raporları ülkeye göre ve belirli bir disipline veya alt disiplinlere göre değişimi göstermektedir. Finlandiya gibi bazı ülkeler, son yıllarda yükseköğretimdeki yapısal ve yönetsel değişiklikler nedeniyle boylamsal veri üretmekte güçlük çekmektedir (Marginson ve diğerleri, 2013).

Güney Kore, STEM eğitimine güzel sanatları da ekleyerek “STEAM” eğitimini tanımlanmıştır. STEAM eğitimi 2011 yılından itibaren yeni geliştirilen bir programdır ve öğrencilerin fenin içeriğini anlamalarının yanısıra hayalgücü ve yaratıcılık yeteneklerinin gelişimini de vurgulamaktadır. Kore öğrencilerin ilgisini artırmak ve fen ve teknolojiyi anlamalarını sağlamak için STEAM okuryazarlığını artırmayı hedeflemekte ve öğrencilerin STEAM başarısının Kore'nin global ekonomi başarısını belirleyeceğini belirtmektedir (Kim ve Chae, 2016). 2011'den beri Kore hükümeti düzenli olarak STEM eğitimi uygulamaları konusunda okul, öğrenci ve öğretmenleri desteklemek için yatırımlar yapmaktadır (Jho, Hong ve Song, 2016). Kore Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı STEAM eğitimini "Bilim ve teknolojiye insan kaynaklarını geliştirmek ve desteklemek için ikinci temel plan" (2011 – 2015) ana projelerinden biri olarak kabul etmiştir. STEM eğitime katılım ve başarının sağlanmasında tasarım ve yaratıcılığa odaklanan “sanat” kavramı bütünleştirilmiştir ve içerik seyreltilmeden daha öğrenci merkezli yaklaşımlar uygulanmaktadır (Marginson ve diğerleri, 2013). Koreli öğrencilerin PISA ve TIMSS’de yüksek performans göstermesine rağmen fen ve matematiğe ilgilerinin düşük çıkması ve doğal bilimler için üniversiteye giden yüksek yetenekli öğrenci sayısındaki artış ve mühendislikte yaşanan düşüş öğrencilerin ilgisini ve anlamasını artırmak için STEAM eğitime odaklanmaya neden olmuştur (Jho ve diğerleri, 2016).

Çin’de STEM’e büyük önem verilmektedir. Okul bitene kadar matematik zorunludur. Uzun dönem planlama yaklaşımları baskındır ve fen, teknoloji, araştırma ve STEM’in önemi konusunda hükümet ve sosyal toplumda derin bir fikir birliği vardır. Fen üniversitelerini zirveye çıkarmak için güçlü programlar vardır. Politikalar nicel değerlendirmelere odaklanır, hedefler başarılı ve standartlar bir üst seviyeye taşınır. Okul sistemlerinde daha öğrenci merkezli, sorgulama temelli, problem çözmeye, öğrenmeye ve yaratıcılığa vurgu yapan yoğun reform programları vardır.

Promosyon temelli mesleki gelişim programları ile öğretmen kalitesinin artırılmasına odaklanılmıştır. Ayrıca Çin’de STEM öğretmenleri yalnızca kıdeme göre değil profesyonel gelişim programlarına devam ederek de maaş artışı almaktadır (Marginson ve diğerleri, 2013). Gao (2013) Çin’de STEM eğitiminin gelişimini ve uygulanmasını tüm yönleriyle incelemiş ve sonuçta iki büyük bulguya ulaşmıştır. Bunlar; Çin’de birçok batı ülkesinden daha fazla oranda STEM eğitimine katılım vardır ve STEM eğitiminin gelişimi için hükümet ve eğitim kurumları tarafından birçok girişim gerçekleştirilmektedir. İkincisi ise; Çin’deki STEM sisteminde eğitim ve bilimsel ruhun yerleştirilmesi açısından hala zayıflıklar vardır. Devam eden reformlar Çin’deki STEM’in gelişimi için gereklidir ve yükseköğretim sistemi Çin Hükümetinin 2020 hedeflerine ulaşması için daha fazla geliştirilmelidir. Çin ekonomisinin bu kadar hızlı gelişimi STEM alanlarında lisans diploması olanların sayısının diğer tüm ülkelere göre daha fazla olması sayesinde (Pekbay, 2017).

Türkiye’de ise Türk Sanayici İş Adamları Derneği (TÜSİAD, 2017) STEM becerilerine sahip işgücüne olan ihtiyacın artacak olması nedeniyle STEM alanlarının desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir. 2012 yılı PISA sonuçlarına göre; 65 ülke arasından Türkiye fen alanında 43’üncü, matematik alanında 44’üncü olmuştur. OECD ülkelerinin PISA fen puanı ortalaması 501 iken Türkiye’nin fen puanı ortalaması 463; OECD ülkelerinin PISA matematik puanı ortalaması 494 iken matematik puanı 448’dir (MEB, 2013b). Son yapılan PISA 2015 sınav sonuçlarına göre 70 ülke arasında Türkiye fen alanında 52 ve matematik alanında 49’uncu olmuştur. PISA 2015’de OECD ülkelerinin fen puanı ortalaması ise 465 iken Türkiye’nin fen puanı 425; OECD ülkelerinin matematik puanı ortalaması ise 461 iken Türkiye’nin matematik puanı 420’dir (MEB, 2016b). Bu rakamlar Türkiye’nin OECD ortalamasının oldukça gerisinde kaldığını göstermektedir. Son yıllarda Çin, Güney Kore, Finlandiya, Singapur, Kanada, Yeni Zelanda, Japonya, İngiltere gibi ülkeler üstün başarıları görülen ülkelerdir. Özellikle Japonya, Kore ve Çin gibi PISA’da yüksek başarı gösteren ülkelerde STEM eğitimi ilkokuldan başlayarak üniversiteye kadarki süreçte verilmeye başlanmıştır (İdin ve Kaptan, 2017).

Ulusal sınavlarda ise 2000 – 2014 yılları arasında sayısal alanlara yerleşen ilk 1000 öğrencinin STEM alanları yerleştirme oranları incelendiğinde, 2000 yılında % 85,63 olan STEM yerleşme oranı, 2014 yılında % 38,23 olarak gerçekleşmiştir (Akgündüz

ve diğerleri, 2015). STEM eğitimi ile ilgili gerçekleştirilecek reformlar, Türkiye'nin ekonomik gelişmesinde önemli rol oynayacaktır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Bu amaçla MEB, 2015 – 2019 Stratejik Planında STEM'in güçlendirilmesine yönelik ifadeler bulunurken, Haziran 2016'da STEM ile ilgili bir eylem raporu hazırlamıştır. Buna göre bu alanda öncelikle yapılması gerekenler STEM eğitim merkezlerinin kurulması, kurulan STEM merkezleri ile üniversiteler arasında işbirliği yapılması, öğretmenlerin STEM alanında yetiştirilmesi, öğretim programlarının STEM eğitimini konusunda güncellenmesi ve bu alana yönelik ders materyallerinin hazırlanması olarak belirlenmiştir (MEB, 2016a).

Türkiye' de ilk STEM merkezi 2013 yılında pilot bölge olarak seçilen Kayseri ilinde İl Milli Eğitim Müdürlüğü bünyesinde açılmış, ayrıca STEM eğitimi bu ilde bulunan iki okulda okul sonrası etkinlikler şeklinde uygulanmaya başlanmıştır. Verilen eğitimin sonuçlarını içeren Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nün bildirisini, Amerika Birleşik Devletleri'nde düzenlenen "STEM 2014" konferansına yapılan davetle bu konferansta sunulmuştur. Tüm bu gelişmelere paralel olarak son dönemde diğer şehirlerde de STEM merkezlerinin açıldığı görülmektedir. Ülkemizde üniversite düzeyindeki STEM eğitimi merkezleri Hacettepe Üniversitesi (Hacettepe STEM & Maker Lab), İstanbul Aydın Üniversitesi (İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Lab) ve Bahçeşehir Üniversitesi (BAUSTEM) bünyesinde yer almaktadır.

### **2.3 Bütünleştirici STEM Eğitimi Etkinlikleri**

STEM yaklaşımının teknoloji ve mühendisliğe vurgu yapması, küçük yaşlardan itibaren çocuklara disiplinler arası bir bakış açısı kazandırması ve bilgilerin somut olarak hayata geçirilmesini sağlaması STEM'i günümüzün bilgi ve iletişim çağında çok önemli bir yere oturtmaktadır (MEB, 2016a). Mevcut eğitim yaklaşımları fen, matematik ve teknoloji içeriklerini öğrencilere birbirinden kopuk olarak vermekte, bu yaklaşım ise dört disiplini ayrı ayrı öğretmek yerine gerçek yaşam durumlarında birbirine bağlı bir öğrenme paradigmasında birleştirmektedir (Hom, 2014). Bireylere problemlere disiplinlerarası bakış açısıyla bakmayı, okuryazarlık, bilgi ve beceri kazandırmayı hedefleyen, öğrencilerin 21. yüzyıl gelişimlerine hazırlanmasını ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını sağlayan bütünleştirici STEM eğitimi tüm düzeydeki öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinde uzmanlaşmalarına fırsatlar sağlaması açısından önemlidir (Meyrick, 2011).

Bütünleşik STEM eğitimi, fen ve matematik kavramlarını teknoloji ve mühendislik eğitiminin kavramları ile bütünleştiren teknoloji ve mühendislik tasarımı tabanlı öğrenmeyi ifade eder ve diğer okul konularının daha fazla entegrasyonu ile geliştirilebilir (Sanders, 2012). Bütünleşik STEM; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği gerçek dünya problemleri ve konuları arasındaki bağlantılara dayalı olarak bir sınıfta birleştirmeye dayanan bir çabadır, bununla birlikte bütünleştirilmiş STEM eğitimi birden çok sınıf ve öğretmeni kapsayabilir ve her zaman STEM'in dört disiplininin hepsini kapsamak zorunda değildir (Stohlmann ve diğerleri, 2012). STEM dört farklı şekilde öğretilir; bağımsız konular olarak, bir veya iki konuya vurgu yaparak, bir STEM disiplinini diğer üçünün içine entegre ederek ve dört disiplini birbirine karıştırarak (Dugger, 2010). STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin tamamının vurgulandığı entegre programlar yoluyla öğretimi okulların ve öğretim programlarının yapısı nedeniyle mümkün olmadığı için STEM eğitimi, öğretim programlarında yer alan fen ve matematik dersleri kapsamına teknoloji ve mühendisliğin dâhil edilerek gerçekleştirilmesidir (Bybee, 2010). Bu süreçte önemli olan üç tema; teknoloji ve matematiğin tanımları, içeriği ve bu standartların temel akademik konularla opsiyonel olarak değil temel bileşenler olarak görülebilmeleri için entegre edilmeleridir (NRC, 2010). Bu entegrasyon, öğrencilerin teknolojik okuryazarlıklarının da gelişimini sağlayacak olan, mühendislik tasarım sürecinin eğitime entegre edilerek matematik, fen ve diğer içerik alanlarında kullanılmasıdır. Böylece ortaya çıkan eğitim modeli olan bütünleştirici STEM (Integrative STEM) okul değişikliklerini sağlayacak potansiyele sahip eğitim sistemleri ve içerik alanları üzerine kurulu bir mekanizmadır (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010). Bütünleştirilmiş STEM disiplinler ötesi problemleri öğrenmek ve çözmek için çoklu STEM disiplinlerinden gelen bilgi ve uygulamaları kapsamaktadır (Nadelson ve Seifert, 2017).

STEM'de bütünleşik veya multidisipliner eğitim programı eğitim reformları için önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır (Merrill ve Daugherty, 2010). Literatürde STEM'de entegrasyonu tanımlamak için kullanılan iki kavram, multidisipliner (multidisciplinary) ve disiplinlerarasıdır (interdisciplinary). Ledermen ve Niess (1997) multidisipliner ve disiplinlerarası yaklaşımlar arasındaki temel farklılıkları tanımlamak için “şehriyeli tavuk çorbası” ve “domates çorbası” metaforlarını

kullanmışlardır. Multidisipliner yaklaşımda şehriyeli tavuk çorbasında her madde bir bütün oluşturmak için biraraya gelmekte ancak doğrudan karışmadan kendi kimliğini korumaktadır. Ancak domates çorbasında tüm maddeler birlikte konulur ve kolayca ayrılamaz. Başka bir deyişle, multidisipliner yaklaşımda bir öğrenci her konuyu kolayca tanımlayabilirken disiplinlerarası yaklaşım bir eritme potası gibidir, konular arasındaki sınırlar bulanıktır. Wang, Moore, Roehrig ve Park (2011)'a göre multidisipliner konu temelli içerik ve becerilerle başlar ve biter, öğrencilerden farklı sınıflarda öğretilen farklı konulara ait içerik ve beceriler arasında bağlantı kurmaları beklenir. Disiplinlerarası yaklaşım ise çoklu disiplin konularındaki içerik ve bilgileri merkeze alan bir problem veya konudan başlar. Başka bir yaklaşımda ise Vasquez (2015) STEM entegrasyonunun; eğik düzlemde tek disiplin, çoklu disiplin, disiplinlerarası ve disiplinlerötesine (disciplinary-multidisciplinary-interdisciplinary-transdisciplinary) doğru artan eğitimde bir entegrasyon seviyesi olduğunu belirtmektedir. Tek disiplinde öğrenciler her disiplindeki kavram ve becerileri birbirinden ayrı olarak öğrenirler. Çoklu disiplinde öğrenciler her disiplindeki beceri ve kavramları tek temaya referans içinde ayrı ayrı öğrenirler. Disiplinlerarası yaklaşımda öğrenciler bilgi ve becerilerini derinleştirebilmeleri için birbirine sıkı sıkıya bağlı iki veya daha fazla disiplinden kavram ve beceriler öğrenirler. Disiplinlerötesi entegrasyonda ise öğrenciler öğrenme tecrübelerini şekillendirmek için gerçek dünya problem ve projeleri ile iki veya daha fazla disiplinden bilgi ve becerileri uygularlar.

Quang ve diğerleri (2015) ise üç farklı STEM eğitimi yaklaşımı bulunduğunu belirtmektedir; depo (silo), gömülü (embedded), bütünleşik (integrated). Depo (Silo) yaklaşımında, öğretmenler STEM konularını ayrı ayrı hazırlar, her konuda temel bilgi üzerine odaklanılır. Öğrencilerin ders içerikleri hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmaları beklenir. Bu öğrenme sürecinde öğretmenler önemli bir rol oynamaktadır. Öğrencilere yüksek standartlara sahip bir eğitimle bilgiyi vermeye çalışırlar. Bununla birlikte, öğrenciler bilgiyi tanımayı öğrenirler, ancak deneyim kazanmazlar. Bu yaklaşımın bazı dezavantajları vardır. Öğrenciler öğrenmede pasif oldukları için STEM'in faydalarını engeller ve öğrenciler gerçek dünyadaki STEM konuları arasında doğal olarak oluşan bütünleşmeyi yanlış anlayabilirler. Ayrıca öğrenciler az motivasyon kazanır çünkü öğretmenler bilgiyi ders tabanlı yöntemlerle

aktarırlar. Gömülü (embedded) yaklaşım bilgi alanlarının sosyal, kültürel ve bağlamsal alanlar arasında gerçek dünya ve problem çözme tekniklerini açığa çıkarır. Öğretim, öğrencilerin diğer derslerde öğrendiklerini güçlendirmelerini sağladığı için daha etkilidir ve depo yaklaşımının aksine, çeşitli bağlamlarla öğrenmeyi teşvik etmektedir. Bununla birlikte, gömülü yaklaşımın değerlendirme tasarımı ve öğrenmenin bölünmesi gibi zayıf yönleri vardır. Gömülü bilgiyi oluşturan öğretmen-öğrenci etkileşimi kesilirse, öğrenme bozulması meydana gelebilir. Öğrenciler dersin içeriklerini ilişkilendiremez ve sonuç olarak dersin tamamını kaybetme eğilimi gösterirler. Bütünleşik (integrated) yaklaşımda ise STEM içerik alanları karışıktır ve bir konu olarak öğrenilir. Öğrencilerin gerçek dünyadaki problemleri çözmek için çok disiplinli STEM kavramlarını kullanmaları beklenir. Bu öğrenme süreci özellikle genç öğrencilerde STEM içerik alanlarına konsantrasyonu ve motivasyonu artırmaktadır.

NRC (2011a), sorgulama ve mühendislik tasarımın STEM eğitimini daha somut ve ilişkili yaptığını vurgulayarak STEM konuları arasındaki kavramsal bağlantıların çeşitliliğine dikkat çekmektedir. Gelecek Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standards [NGSS], 2013) raporunda da mühendisliğin eğitime entegrasyonuna geniş yer verilmektedir. STEM eğitim programları öğrencilere problem çözme becerileri, kişilerarası iletişim ve hızla değişen rekabetçi bir dünyada başarılı olabilmek için ihtiyaç duydukları esnekliği kazanmalarını sağlamaktadır. STEM’de ön plana çıkan probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme gibi yaklaşımlar uygulamalı öğrenmenin önemini ortaya koymaktadır. İşbirlikli gruplarla uygulanan bu yaklaşımlar deneysel öğrenmenin bir parçasıdır. Problem temelli öğrenme öğrencilerin gerçek dünya problemlerinde aktif öğrenenler olmalarını ve öğrenenlerin stratejiler geliştirmeleri ve bilgiyi yapılandırmalarını sağlayarak kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını sağlamaktadır (Hmelo Silver, 2004). Öğrencilerin matematik ve fene ilgilerinin artırılması, matematik – fen – gerçek dünya uygulamaları ve gelecek kariyerleri arasındaki bağlantıları gösteren sınıf içi ve sınıf dışı öğretim stratejilerini kullanmayı gerektirmektedir. STEM eğitimi kapsamında öğrenciler okuldışı etkinliklere, STEM yarışmaları, üretim laboratuvarları, yaz ve okul sonrası programlara katılabilirler (Thomasian, 2011). Okul sonrası program etkinlikleri, STEM okuryazarlığını geliştirmek için bir yöntem



olarak görülebilir. Öğrencilere STEM etkinliklerinde açık uçlu ve günlük yaşam problemleri ile sorularak onların bu problemleri çözme becerilerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

Rogers, Pfaff, Hamilton ve Erkan (2015) günümüzde toplumların sistem düşünme yaklaşımlarını gerektiren daha karmaşık problemlerle karşılaştıklarını belirterek iş hayatında birçok disiplinden çeşitli becerilere sahip profesyonel insanlarla çalışmanın artan önemine vurgu yapmaktadır. Bunun ise iki şekilde gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir. Disiplinlerarası bir yaklaşım yoluyla düşünmenin farklı yollarını üretmek için farklı disiplinlerden kavramlar entegre edilebilir veya çok disiplinli bir yaklaşımla; her disiplinin farklı bakış açıları ve kavramları karmaşık bir problemin farklı bölümleriyle başa çıkmak için kullanılabilir. STEM'in bireylere bu disiplinlerarası bakış açısını kazandırma bakımından etkili bir yaklaşım olduğu düşünülebilir.

#### **2.4 21. Yüzyıl Becerileri**

Literatürde 21. yüzyıl becerileriyle ilgili farklı birçok tanım yer almaktadır. Ancak becerilerle ilgili en kapsamlı açıklamalardan birini "Partnership for 21st Century Skills" (P21) tarafından yapılmıştır. P21 (2009)'de, 21. yüzyıl becerileri "öğrencilerin hayatta ve işte başarılı olmak için sahip olmaları gereken bilgi, beceri ve uzmanlıklar" olarak tanımlanmıştır. 21. yüzyıl becerileri yeni değildir ama yeni önemli hale gelen becerilerdir (Silva, 2009). Bu becerilerin birçoğu gerçekten yeni olmamasına rağmen öğrencilerin uzun dönem başarılarında hiç şimdiki kadar önemli olmamıştır (Laughlin, 2014). İşbirliği, problem çözme, vatandaşlık okuryazarlığı, girişimcilik, kendi kendini yönetme gibi 21. yüzyıl becerilerinin birçoğu Dewey tarafından yıllar önce vurgulanmıştır (Laughlin, 2014). P21'de, 21. yüzyıl becerileri dört büyük kategoriye ayrılmıştır; a. temel konular ve 21. yüzyıl temaları, b. öğrenme ve inovasyon becerileri, c. bilgi, medya ve teknoloji becerileri, d. yaşam ve kariyer becerileri. Tablo 1'de bu kategorilerin kapsadığı beceriler görülmektedir. 21. yüzyıl öğrenme ve öğretme sürecinde tüm bu beceriler ve bileşenler tamamıyla birbiriyle bağlantılıdır (P21, 2009).

Tablo 1: P21 Tarafından Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflaması

Kategori	Beceriler
Temel konular ve 21. yüzyıl temaları	Temel konular (İngilizce, Matematik, Tarih, Coğrafya, ekonomi, vb.) Global farkındalık Finansal, ekonomik, iş ve girişimci okuryazarlık Vatandaşlık okuryazarlığı Sağlık okuryazarlığı Çevre okuryazarlığı
Öğrenme ve inovasyon becerileri	Yaraticılık ve inovasyon Kritik düşünme ve problem çözme İletişim ve işbirliği
Bilgi, medya ve teknoloji becerileri	Bilgi okuryazarlığı Medya okuryazarlığı BİT okuryazarlığı (Bilgi, iletişim ve teknoloji okuryazarlığı)
Yaşam ve kariyer becerileri	Esneklik ve adaptasyon Girişimcilik ve kendi kendini yönetme Sosyal ve kültürler arası beceriler Üretkenlik ve hesap verme Liderlik ve sorumluluk

NRC (2011b), 21. yüzyıl becerilerini üç küme halinde gruplamıştır. Bilişsel beceriler: Eleştirel düşünme, rutin olmayan problem çözme ve sistematik düşünme. Kişilerarası beceriler: Karmaşık iletişim, sosyal beceriler, takım çalışması, kültürel duyarlılık ve çeşitliliklerle ilgilenme. İçsel-özel beceriler: Öz-yönetimi, zaman yönetimi, kişisel gelişim, özdüzenleme, uyum ve yönetici işleyişini içermektedir.

Bu konuda farklı bir gruplama da 2003 yılında Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı (The North Central Regional Educational Laboratory [NCREL], 2003) tarafından yapılmıştır. NCREL 21. yüzyıl becerilerini son tarihsel olaylar, küreselleşme ve dijital çağın ışığında yeni bir bakış açısıyla dört grupta incelenmiştir (NCREL, 2003):

- Dijital Çağ Okuryazarlığı: Temel, bilimsel, ekonomik ve teknolojik okuryazarlık, görsel ve bilgi okuryazarlığı, çok kültürlü okuryazarlık ve küresel farkındalık,
- Yaraticı Düşünme: Uyum sağlama, karmaşıklıklarla başa çıkma ve öz yönetim, merak, yaraticılık ve risk alma, üst düzey düşünme ve geçerli bir akıl yürütme,

- Etkili İletişim: Ekip, işbirliği ve kişiler arası uyum becerileri, kişisel, sosyal ve toplumsal sorumluluk, etkili iletişim,
- Yüksek Verimlilik: Sonuçlara öncelik verme, planlama ve bunlarla başa çıkma, gerçek dünya araçlarını etkili kullanımı, ilgili ve yüksek kaliteli ürünler meydana getirme yeteneği.

OECD tarafından yapılan başka bir sınıflama ise kavramsal becerilerden ziyade daha akademik bir içeriğe sahiptir (Laughlin, 2014). Tablo 2’de OECD’nin belirlediği anahtar yeterlilikler yer almaktadır (OECD, 2005).

Tablo 2: OECD Tarafından Yapılan 21. Yüzyıl Becerileri Sınıflaması

Kategori	Beceriler
Araçları etkileşimli kullanma	Dil, sembol ve metinleri etkileşimli kullanma Bilgi ve enformasyonu etkileşimli kullanma Teknolojiyi etkileşimli kullanma
Heterojen gruplarla etkileşim	İyi ilişkiler kurma Takımlar içinde çalışma ve işbirliği Uyuşmazlıkları yönetme ve çözme
Bağımsız hareket etme	Büyük resim içinde hareket etme Hayat planları ve kişisel projeler yapma ve yürütme Hak, sınır, ilgi ve ihtiyaçlarını ileri sürmek ve savunmak

Wagner (2008) ise iş dünyasından birçok liderle yaptığı görüşmeler neticesinde öğrencilerin iyi bir işte uzmanlaşmak için ihtiyaç duydukları yedi yaşamsal beceri belirlemiştir. Bu beceriler, eleştirel düşünce ve problem çözme yeteneği, işbirliği ve liderlik, düşünce esnekliği ve uyum sağlayabilme yeteneği, inisiyatif ve girişimcilik, etkin sözel ve yazılı iletişim yeteneği, verilere ulaşabilme ve bunları analiz edebilme, merak ve hayal gücü olarak sıralanmıştır. Farklı sınıflandırmalarda farklı şekillerde yer alan bu becerilerin tümü birbirinden çok farklıymış gibi görünse de ilgili çalışma sonuçları biraraya getirildiğinde bu becerilerin birbirleriyle karmaşık bir şekilde ilgili oldukları görülmüştür (Lai ve Viering, 2012). Birbirinden farklı olarak yapılan bu sınıflamalar incelendiğinde bütün kategorilerin kariyer, iş gücü, toplum hayatı gibi ortak noktalarının olduğu görülmektedir.

STEM eğitim yaklaşımı eğitim ortamlarında 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine vurgu yapan önemli bir eğitim yaklaşımıdır. STEM eğitim programı grup

aktivitelerini, laboratuvar araştırmalarını ve projeleri bütünlüştirdiği ölçüde öğrenciler için 21. yüzyıl becerilerini kazanma fırsatı sağlayacaktır (Bybee, 2010). STEM eğitiminin inovasyon odaklı bir eğitim yaklaşımı olması, teknoloji destekli bir öğrenme ortamı sunması ve öğrencilerin öğrenim hayatlarının ilk yıllarından itibaren kariyer seşimlerinde etkili olması 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine vurgu yapmaktadır (Sümen ve alışıcı, 2016a). STEM eğitimini temel olarak geliştirilen tasarım odaklı etkinlikler ve işbirlikli öğrenme ortamı, öğrencilerin ilgilerini STEM alanlarına çekmekte ve öğrenciler STEM eğitimini sevmektedirler (Surra ve Litowitz, 2015; şahin ve diğerleri, 2014; VanMeter-Adams, Frankenfeld, Bases, Espina ve Liotta, 2014). Bu nedenle 21. yüzyıl becerileri STEM eğitiminde özellikle gelişimi vurgulanan becerilerdir.

## **2.5 Matematik Eğitimi ve STEM**

Matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalar son dönemde kararlı bir şekilde ilerlemektedir. Yapılan araştırmaların itici gücü ve 1920 yılında kurulan ve dünyanın en büyük matematik kuruluşu olan Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]) matematik alanındaki gelişmeleri büyük oranda etkilemiştir (Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2012). Yüksek kalitede bir matematik eğitimi için okul matematik programıyla iç içe geçirilmesi gereken altı temel ilke bulunmaktadır (NCTM, 2000): eşitlik, öğretim programı, öğretim, öğrenme, değerlendirme ve teknoloji. Eşitlik ilkesi bütün öğrencilere geçmişlerine veya fiziksel özelliklerine bakılmaksızın eşit fırsat verilmesini gerektirmektedir. Öğretim programı ilkesine göre öğrencilerin matematiği ayrıştırılmış parçalar olarak görmeleri yerine bir bütün olarak görmeleri ve anlamlandırmaları sağlanmalıdır. Öğretim ilkesine göre öğretmenler tarafından öğrencilerin neyi bildiğinin, neye ihtiyaçları olduğunun ve daha iyi öğrenmeleri için nasıl bir desteğe ihtiyaç duyduklarının bilinmesi gereklidir. Öğrenme ilkesinde, öğrenciler matematiği anlayarak öğrenmeli, önceki bilgi ve deneyimlerden faydalanarak yeni bilgiyi aktif bir şekilde inşa etmelidirler. Değerlendirmede amaç sadece değerlendirmek değil, öğrencilerin öğrenmelerini zenginleştirmek ve rehberlik etmek olmalıdır. Teknoloji ise matematik öğrenimi ve öğretiminde esastır, matematiğin öğretimini ve öğrencilerin öğrenmesini zenginleştirir. Bu ilkelerden özellikle öğretim programı ilkesi öğrencilerin matematiği anlamlandırmaları için

bütün olarak görmelerinin önemine, teknoloji ilkesi ise matematik eğitiminde teknoloji kullanımının önemine vurgu yapmaktadır.

Matematik eğitiminin amaçları, matematiğin değerini bilme, matematiği yapmada yeteneklerine güvenme, matematikte problem çözücü olma, matematiksel iletişim kurma, matematiksel muhakemeyi öğrenmedir (NCTM, 1989). Milli Eğitim Bakanlığı güncellenen eğitim programıyla öğrencilere kazandırılması hedeflenen becerileri; problem çözme, matematiksel süreç becerileri, iletişim, akıl yürütme, matematiksel modelleme, ilişkilendirme, duyuşsal beceriler, psikomotor beceriler ve bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) olarak belirlemiştir (MEB, 2017). Bu beceriler içinde ilişkilendirme becerisi ayrı bir önem taşımaktadır. Programın uygulanmasında özellikle “matematiğin hayatın bir parçası olduğu unutulmamalı, bunun için her fırsat matematiksel düşünmenin gelişimi için değerlendirilmelidir. Bu amaçla diğer derslerle matematik dersi arasında yeri geldikçe ilişkilendirmeler yapılmalıdır” ilkesi vurgulanmıştır (MEB, 2017). Matematik programında ilişkilendirme becerilerinin geliştirilmesinde dikkat edilecek hususlar şu şekilde sıralanmıştır (MEB, 2013a);

- Kavramlar ve işlemler arasında ilişki kurma,
- Matematiksel kavram ve kuralları farklı temsil biçimleriyle gösterme,
- Matematiksel kavram ve kuralların farklı temsil biçimlerini birbiriyle ilişkilendirme ve birbirine dönüştürme,
- Farklı matematik kavramlarını birbiriyle ilişkilendirme,
- Matematiği diğer derslerle ve günlük yaşamda karşılaşılan konu ve durumlarla ilişkilendirme.

Bu ilişkilendirme türleri, matematik kavramlarının kendi aralarında, diğer disiplinlerle ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi olarak üç başlık altında toplanabilir. Matematiğin günlük hayatla ilişkilendirilmesi öğrencilerin matematiksel bilgilerinin günlük hayatta nasıl kullanıldığını görmelerini sağlar ve günlük hayatla matematik bütünleştirilerek öğrencilerin matematiksel kavramları ve işlemleri daha iyi kavramaları sağlanabilir (Narlı, 2016). Literatürde matematiksel kavramlar ve günlük hayattaki deneyimler arasında kurulan yardımcı bağların öğrencilerin etkili

anlamalarını sağladığı bulunmuştur (Ben-Chaim, Fey, Fitzgerald, Benedetto ve Miller, 1997). Bu beceri kavramları içselleştirme, ilgiyi artırma, kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlama, sebep-sonuç ilişkisi kurma, farklı derslerde edindiği bilgilerin birbirleriyle ve gerçek hayatla ilişkisini kurma açısından oldukça önemlidir (Aladağ ve Şahinkaya, 2013; Narlı, 2016).

STEM, öğretmen ve öğrencilerin hayat deneyimleri sonucu şekillenen, merkezde bulunan disipline ait bilgi ve becerilerin en az bir diğer STEM disiplini ile bütünleştirilerek öğretilmesini temel alan bir eğitim yaklaşımıdır (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014). Disiplinlerarası ilişkileri ön plana alan STEM'in matematik eğitimine yeni bir bakış açısı sağlayacağı ve etkili bir matematik eğitime zemin hazırlayacağı düşünülebilir. Literatürde öğrencilere fen ve matematik öğretmek için en iyi on uygulama şöyle belirlenmiştir: Uygulamalı ve el becerisine dayanan öğrenme kullanma, işbirlikli öğrenme, tartışma ve sorgulama, soru sorma ve tahmin, düşünmede ispat kullanma, yansıtma ve problem çözmeyi yazma, problem çözme yaklaşımı kullanma, teknoloji entegre etme, kolaylaştırıcı olarak öğretmenler ve değerlendirmeyi eğitimin bir parçası olarak kullanma (Zemelman, Daniels ve Hyde, 2005). STEM eğitimi bu uygulamaların birçoğunu kapsayan bütünlük bir yaklaşımdır.

Freudenthal'a göre matematik gerçek hayat problemleri ile başlar, önce formal matematik bilgiyi vererek sonra uygulamaya geçme şeklindeki matematik eğitimi anti didaktiktir (akt. Altun, 2006). Gerçek hayat problemlerini temel alan STEM eğitimi bu açıdan Freudenthal'ın bahsettiği didaktik matematik eğitimi ile örtüşmektedir. Matematik eğitiminde diğer bir yaklaşım ise gerçekçi matematik eğitimidir. Bu yaklaşım, matematik öğretiminde öğrencilerin kendi hayat deneyimleri ile matematiksel kavramlar arasında bağ kurulmasını öngörmekte, öğrencinin matematiksel bilgiyi dışarıdan hazır almak yerine kendi hayat tecrübeleriyle ilişkilendirerek matematiksel yapılara dönüştürmesini esas almaktadır (Alacacı, 2016). Bunun yanı sıra matematiksel modelleme problemlerinin de gerçek hayat durumlarından başladığı görülmektedir. Matematiksel modelleme gerçek dünya ile matematik arasındaki her iki yönden de yapılan çeviri sürecidir (Blum ve Ferri, 2009) ve gerçek dünyayı anlayıp yorumlamak için modelleri kullanır (Kertil, Çetinkaya, Erbaş ve Çakıroğlu, 2016). Bu nedenle STEM eğitiminin gerçekçi

matematik eğitimi ve matematiksel modelleme gibi matematik eğitimi yaklaşımlarını desteklediği düşünülebilir.

## **2.6 STEM ve Probleme Dayalı Öğrenme**

Problem çözme matematik eğitiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve matematik eğitimi ile öğrencilere kazandırılması hedeflenen temel beceriler arasındadır. Matematik eğitimindeki reform hareketleri için itici güç, “okuma, yazma ve aritmetiğe” vurgu yapan “temellere dönüş” hareketine tepki olarak 1980’lerin başlarında başlamış ve sonuç olarak problem çözme matematik programlarında önemli bir öğrenme alanı olmuştur (Van de Walle ve diğerleri, 2012). Matematik eğitimindeki problem çözme ve kurma, veri analizi, grafik okuma, bir işlemde verilmeyeni bulma gibi kazanımlar; öğrencilerin karar verme, olaylar ve olgular arasında ilişki kurma, sebep-sonuç ilişkisi kurma, anlama, yorumlama gibi becerilerini ve matematiksel yetkinliklerini geliştirmeyi hedeflemektedir (MEB, 2017).

Eğitim, öğrencilerin geleceklerini şekillendirirken yaratıcı birer problem çözücü olmalarına yardım eden bir köşe taşı olmalıdır (International Technology Education Association [ITEA], 2009). Problem “kişide çözme arzusunu uyandıran ve çözüm prosedürü hazırda olmayan fakat kişinin bilgi ve deneyimlerini kullanarak çözebileceği durumlar” olarak tanımlanmaktadır (Olkun ve Toluk Uçar, 2006, s. 14). Matematik öğrenmek yalnızca matematiksel bilgileri öğrenmek değildir, bununla birlikte problem çözme, akıl yürütme, iletişim, ilişkilendirme, tahmin gibi birtakım becerilerin de edinilmesini gerektirmektedir (Olkun ve Toluk Uçar, 2006). Matematik eğitimcileri ve araştırmacıları ilkokul ve ortaokullardaki matematik eğitiminin hesaplama üzerine çok fazla odaklandığını, matematiksel anlama, problem çözme ve muhakeme üzerinde yeterince durmadığını tartışmaktadır (Putnam, Lampert ve Peterson, 1990). Halbuki probleme dayalı öğrenme, öğrencileri düşünmeye, sorgulamaya ve keşfetmeye teşvik etmektedir (Wilkie ve Burns, 2003). Probleme dayalı öğrenme öğrencilerin hem sosyalleştirir hem de bilişsel açıdan geliştirir (Moallem, 2003). Bilginin yapılandırılmasını, etkili bir muhakeme sürecini, kendi kendine öğrenmeyi ve yüksek motivasyon sağlar (Hung ve diğerleri, 2008).

Problem çözme becerisi temel bir 21. yüzyıl becerisidir. Öğrencilerin öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşama transfer edebilmesi, karşılaştıkları yeni problem durumlarıyla baş edebilmeleri için kullanılacak yöntemlerin başında gelmektedir (Kaptan ve Korkmaz, 2001). Probleme dayalı öğrenme, öğrencilerin kritik düşünme, problem çözme uzmanlığı, kendi kendine öğrenme stratejileri ve takım çalışma becerilerini kazanmasını sağlayan bir eğitim programı ve süreçtir (Donnelly ve Fitzmaurice, 2005). Üretken beceri ve tutumların (işbirliği, kayıt, dinleme, takım çalışması, kendi kendine öğrenme ve kaynak kullanımı, sunum becerileri, bir gruba başkanlık etme) gelişimi ile bilgi kazanımını birleştiren küçük bir grup öğrenme yöntemi olarak düşünülebilir (Wood, 2003). Problem çözebilme, bilgileri organize etmeyi ve esnek olmayı, kaynakları etkili kullanmayı gerektirir. Problem çözme sürecinde birey sürekli sorgular, topladığı bilgileri karşılaştırır, olasılıkları hesaplar, seçim yapar, eleştirel düşünme becerilerini kullanır, problem çözme becerilerini kullanarak amacına ulaşmasının önündeki engelleri aşabileceği bir çözüm yolu bulur (Erdem Gürten, 2011; Ülgen, 2001). Probleme dayalı öğrenme grupların bir günlük hayat problemini çözerken yeni kazandıkları bilgi ile önceki bilgilerini ilişkilendirmelerini sağlayan yapılandırmacı yaklaşıma uygun bir yöntemdir (İnel ve Balım, 2010).

Probleme dayalı öğrenme, öğrenmede uyarıcı olarak gerçek hayat problemlerinin kullanıldığı profesyonel bir eğitimidir (Berkel ve Schmidt, 2000). Öğrencilerin kritik düşünme ve problem çözme becerilerini öğrenmesi ve dersin önemli kavramları ile ilgili bilginin kazanılmasında gerçek dünya problemleri kullanılır (Selçuk ve Şahin, 2010). Burada temel amaç öğrencileri meslek hayatlarında karşılaşılabilecekleri problemlerle karşı karşıya getirerek onlara günlük yaşam problemlerinin üstesinden gelebilmeyi öğretmektir (Erdem Gürten, 2011). Bu nedenle probleme dayalı öğrenme yalnız matematik eğitimi için değil öğrencilerin gerçek yaşamdaki problemleri çözebilmeleri ve sorunlarla baş etmeleri için de önemli bir yöntemdir. Probleme dayalı öğrenmede seçilen problemlerin eğitimin amacına ulaşmasında önemi büyüktür. Kullanılan problemler yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve iyi yapılandırılmamış olmak üzere üçe ayrılırlar;



- a. Yapılandırılmamış problemler: Problemlerle ilgili bilgiler verilmez, tanımlanması güçtür, kurallar problemi çözecek kişi tarafından bulunmalıdır, genellikle çözüm için birden fazla yol sunar, farklı sonuçları vardır.
- b. Az yapılandırılmış problemler: Problemlerle ilgili bazı bilgiler verilir, kuralları öğretmen ve öğrenciler belirler.
- c. İyi yapılandırılmış problemler: Problemlerle ilgili tüm bilgiler verilir, öğretmen tarafından belirlenen izlenecek olan kurallar ve işlemler ile çözülür, tek bir doğru sonucu vardır (Boran ve Aslaner, 2008).

Probleme dayalı öğrenme ortamlarında öğrenciler günlük hayatla ilgili problemleri çözerken yeni bilgiler öğrenirler (Atan, Sulaiman ve Idrus, 2005), bu nedenle bu yöntemde problemler hayati önem taşır (Arts, Gijsselaers ve Segers, 2002). Gerçek yaşam problemleri, öğrencilerin bir probleme yönelik çözüm alternatiflerinin birden fazla olduğunu görmelerini sağlar; üst düzey düşünme, araştırma, sorgulama becerilerini kullanmalarını ve işbirlikli çalışmalarını gerektirir (Ercan ve Bozkurt, 2013; NRC, 2012). Öğrenciler bir olay hakkında geniş boyutlu düşünebilme ve bir alandaki problemi çözerken başka alandaki bilgilerini kullanabilme becerisini kazanmalıdır (Genç ve Eryaman, 2008). Öğrencilere disiplinlerarası problem çözme becerisini kazandırma ise STEM eğitiminin potansiyelleri arasındadır.

STEM eğitiminin probleme dayalı öğrenme ile gerçekleştirilmesine yönelik literatürde yapılan çalışmalar mevcuttur ve bu araştırmalarda probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin fen ve matematik disiplinlerine yönelik bilgi kazanması ve mühendislik ve teknoloji disiplinlerine yönelik becerilerini geliştirmesini sağlayabilecek nitelikte bir strateji olduğu vurgulanmaktadır (Bozkurt Altan, 2017). Ayrıca literatürde yetenekleri gelişimini sağlayan gerçek hayat durumlarındaki problem çözme becerilerinin gelişimi bütünleştirilmiş (integrated) bilgi ile ilişkilendirilmektedir ve STEM öğretme stratejisi tarafından sağlanan transfer gücü problem temelli öğrenme modelinin ruhuyla uyum içindedir (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011). Bu doğrultuda öğrencilerin doğrudan deneyimledikleri bir bağlam üzerinden transfer edilmiş ya da oluşturulmuş bir problem senaryosu üzerine çalışmaları, aldıkları STEM eğitiminin daha anlamlı hale gelmesine katkı sağlayacaktır (Karahana ve Bozkurt, 2017). STEM eğitiminin de temelini oluşturan

bilgi temelli hayat problemlerinin özelliklerini Çorlu ve Çallı (2017) şöyle sıralamaktadır; ders planlarının merkezinde yer alır, 21. yüzyıl bilgi toplumunun tecrübe ettiği karmaşık ve dinamik problemlerdir, merkezdeki disiplin ile bütünleştirilecek diğer disiplinin ya da disiplinlerin seçimi öğrenci ve öğretmenlerin ilgi ve hayat deneyimlerine bağlı olduğu kadar bilgi temelli hayat problemlerinin doğası ve sınırlamaları ile de ilgilidir. Probleme dayalı öğrenmede öğrencilere sunulan bilgi temelli hayat problemleri öğrencilerin matematiğin kullanım alanlarını görmeleri ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirmelerini sağlaması bakımından önemlidir.

### **2.7 STEM ve Proje Tabanlı Öğrenme**

STEM eğitim yaklaşımı uygulamalarında, geleneksel öğrenme yöntemleri yerine günlük hayat örnekleri üzerinden araştırmaya dayalı, proje tabanlı öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır (Breiner ve diğerleri, 2012). Proje tabanlı öğrenmede, öğrenciler bir ilgi alanı seçerler ve bilginin olabildiğince çok farklı çeşitlerini kullanarak araştırma konusunda işbirlikli çalışırlar, okulda öğrendiklerini kullanarak bir gerçek dünya ürünü yaratırlar (Diffily, 2002). Gerçek yaşam uygulamalarına yer veren ve öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği için uygulama, analiz, sentez düzeyindeki hedeflerin gerçekleştirilmesinde daha çok kullanılan bir yöntemdir (Demirel, 2012). Bu öğrenme ortamında öğrenciler kendi öğrenmelerini kurgulayıp yönlendirir, yaratıcılıklarını geliştirir, sorunları işbirliği içinde çözerler. Proje tabanlı öğrenme, yaşamın sınıfa taşındığı, teknoloji tabanlı bir öğrenme ortamıdır (Erdem, 2002).

Projeler öğrencilerin yönlendirdiği, gerçek dünyaya bağlı, çok kaynak tarafından doğrulanmış, araştırma temelli, bilgi ve becerilerle ilişkili, belli bir zaman yönetilmiş ve en son olarak bir ürünle tamamlanmıştır (Diffily, 2002). Proje tabanlı öğrenme beş temel özellik içerir; çözülecek dinamik bir soruyla başlarlar, öğrenciler sorgulama ve problem çözme sürecine katılarak bu temel soruyu araştırırlar ve soruyu araştırırken disiplinindeki önemli fikirleri öğrenirler, öğrenci, öğretmen ve toplumsal üyeler bu temel soruya yanıt bulmak için işbirlikli aktivitelerle meşgul olurlar, öğrenciler sorgulama süreçlerinde yetenekleri ölçüsünde öğrenme teknolojilerini kullanırlar, temel soruya cevap veren somut ürünler yaratırlar (Krajcik ve Blumenfeld, 2006).

Proje tabanlı öğrenme; birçok yöntem ve stratejiyi içine alabilen, öğrencinin bilimsel süreç becerilerini kullanarak kendi kendine bilgiye ulaşmasını, kullanmasını ve transfer edebilmesini sağlayan bir yöntemdir (Çıbık, 2009). Öğrencilerin akademik başarılarının yanı sıra duygusal ve sosyal gelişimlerini de destekler, ayrıca öğrencilerin proje konusuyla ilgili olarak ilgilerini geliştirebilecekleri birçok fırsatlar sunar ve öğrencilerin projenin çalışmak istedikleri bölümleriyle ilgili seçimler yapmasına fırsat verir (Diffily, 2001, 2002). Yaşam boyu öğrenmeyi destekler, öğrencileri öz denetimli öğrenmeye teşvik eden bir süreçtir (Korkmaz ve Kaptan, 2001). Sınırlı bir zamanda ve teknoloji tabanlı bir öğrenme ortamında problem çözebilme, analitik ve eleştirel düşünebilme, araştırma yapabilme, karar verebilme, sorumluluk alabilme ve iş birliği içinde çalışabilme yeteneklerini bireye kazandıracak güçtedir (Erdem, 2002).

Proje tabanlı öğrenmede önemli olan üç öge; öğrenme, proje ve süreçtir. Öğrenme dikkatin öğretenden çok öğrenene çekilmesidir. Proje öğrenmenin transferi ve tekil öğrenmeden çok belli bir amaca dönük ilişkisel öğrenmeye vurgu yapar. Süreç boyutu ise proje ile gerçekleştirilecek işin önceden zihin olarak görülmesidir. Sürecin işlem basamaklarını gerçekleştirecek beceriye sahip olmayı gerektirir (Erdem ve Akkoyunlu, 2002). Proje tabanlı öğrenmede karşılaşılan güçlüklerin başında sınıf ortamına getirilen problemlerin niteliği gelmektedir. Bireye kazandırılması beklenen amaçlar doğrultusunda ve günlük yaşamla bağlantılı, öğrencinin ilgisini çekebilecek ve onu bu araştırmayı yapmaya sürükleyebilecek bir problem kurgusunun ortaya konulması gereklidir (Çubukçu, 2014). Erdem ve Akkoyunlu (2002) proje tabanlı öğrenme yönteminin aşamalarını şöyle sıralamıştır;

- a) Hedefleri belirleme
- b) Konuyu belirlemesi
- c) Öğrenci takımlarını oluşturma
- d) Sonuç raporunun özellik ve biçimini belirleme
- e) Çalışma takvimini oluşturma
- f) Kontrol noktaları belirleme

- g) Değerlendirme ölçütlerini ve yeterlilik düzeylerini belirleme
- h) Bilgileri toplama, örgütleme ve raporlaştırma
- i) Projeyi sunma

Proje tabanlı öğrenme yönteminin öğrenme becerilerini geliştirmesi, yaşam boyu öğrenmeyi sağlaması, grupla çalışma ve işbirliğine dayalı öğrenme etkinliklerine katılım, öğrencilerin bilgilerini yansıtma ve sağlaması, farklı zeka boyutlarının kullanımı, öğrenci performansı hakkında dönüt, öğrencilerin gerçek yaşamla ürün ve performanslarını birleştirmesini sağlama ve problem çözme becerilerini geliştirmesi gibi avantajlarının yanı sıra öğretmenlerin işi ve yükümlülüğünün daha çok artması, uzun zaman alması ve konudan sapmalar meydana gelmesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Korkmaz ve Kaptan, 2001). STEM eğitimi ile proje tabanlı öğrenme karşılaştırıldığında birçok özellikleri benzerdir (Selvi ve Yıldırım, 2017). Bu nedenle proje tabanlı öğrenme STEM eğitim yaklaşımında kullanılabilir etkili bir yaklaşımdır.

## **2.8 STEM ve Mühendislik Tasarım**

Mühendis, “insanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı yol, köprü, bina gibi bayındırlık; tarım, beslenme gibi gıda; fizik, kimya, biyoloji, elektrik, elektronik gibi fen; uçak, otomobil, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimse” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2006). Dünyamız mühendislik ve teknoloji tarafından şekillendirilmiştir ve dünya da bu aktiviteleri geri dönüşümlü olarak şekillendirmektedir (Petroski, 1996). Mühendislik her devletin öncelik verdiği iki temayla, problem çözme ve inovasyonla direkt ilişkilidir. Toplumda ekonomik olarak önemli olduğu için öğrenciler mühendisliği öğrenmeli ve tasarım süreciyle ilgili yetenek ve beceriler geliştirmelidir (Bybee, 2010). Tasarım fikri ve gelişimi mühendisliği özellikle dünyayı anlamaya çalışan bilimden ayıran en önemli şeydir; mühendislikte önemli bir yeri vardır (Petroski, 1996). Mühendisliğin en önemli boyutu mühendislik tasarımıdır ve potansiyel olarak faydalı bir pedagojik stratejidir (NAE ve NRC, 2009). Mühendislik konularındaki fen ve matematik kavramlarının pratiğe dayanan etkinlik temelli uygulamaları öğrencilerin bilimsel kavramları teknoloji, problem çözme, tasarımla

ilişkilendirmelerine ve gerçek hayat problemlerini derslerde çözmelerine yardım edecektir (Rockland ve diğerleri, 2010).

Mühendislik gibi teknolojik alanlar, öğrencilerin onları teknolojik kariyerlere hazırlayacak fen, matematik, teknoloji ve mühendislik mesleklerini yeterince edinmedikleri için kalifiye eleman ihtiyacı nedeniyle zor durumdadır (Rockland ve diğerleri, 2010). Öğrenciler yükseköğretimde STEM alanlarındaki mesleklere yeterince iyi hazırlanarak giremedikleri için (NSB, 2008) yükseköğretimden mühendislik kural ve uygulamalarının ortaokuldaki fen ve matematik derslerine getirmek için giderek artan bir ilgi mevcuttur. Bu nedenle mühendisliğin K-12 eğitimindeki varlığını yükseltmek büyük bir önceliktir (Kimmel, Carpinelli, Burr-Alexander ve Rockland, 2006). Mühendislik kavramları ve uygulamalarının eğitim programlarının farklı içerik alanlarına entegrasyonu bu tür bir yaklaşımdır. Mühendislik tasarım süreci öğretmenlere doğayla paralel olduğu ve benzer problem çözme özelliklerine sahip oldukları için araştırma temelli öğretmede bir içerik sağlayabilir (Rockland ve diğerleri, 2010). Fen ve mühendisliğin etkileşimi ilkokul ve ortaokullarda fen programına mühendislik ve teknoloji yerleştirilmesini uygun kılmaktadır. Bu yolla öğrencileri fen ve mühendisliğin gerçek dünya problemleriyle ne kadar ilgili olduğunu daha iyi görebilirler ve bu bağlantı yapıldığında fen bilgilerini mühendislik tasarım problemlerinde kullanabilirler (NRC, 2012). Mühendislik aynı zamanda matematik ve hesaplama becerileri de içerir. Matematik ve hesaplama becerilerinin fen ve mühendislikte kullanılışları farklı olsa da matematik çoğunlukla bu iki alanı fen teorilerinin matematiksel formunu mühendislerin kullanmasını sağlayarak bir araya getirir. Ortaokullarda mühendislik tasarım projeleri öğrencilerin problemi mühendislik kriterlerine ve sınırlamalarına göre planlama ve uygulamaları için fırsatlar verir, bilgilerini derinleştirmelerini sağlar ve olası çözümler sunmalarını ve test etmelerini, çözümlerini yeniden tasarlayarak düzeltmelerini sağlar (NRC, 2012).

Mühendislik tasarımı farklı adımlar kullanılarak gerçekleştirilebilir. NRC (2012) mühendislik tasarım adımlarını üç basamakta toplamıştır:

- a) Probleminin tanımlanması ve sınırlandırılması,
- b) Olası çözümlerin geliştirilmesi

- c) Tasarım çözümünün en uygun hale getirilmesi.

Mentzer (2011) ilgili literatürü sonuçlarını birleştirerek mühendislik tasarım sürecini altı basamakta toplamıştır. Bu basamakları ve genel özelliklerini şu şekilde sıralamıştır:

- a) Problemin tanımlanması: Probleme neden olan ihtiyaçların net bir şekilde açıklanması ve sınırların iyi çizilmesi gerekir. Problemler iyi tanımlanmış veya kötü tanımlanmış problemlerden oluşabilir.
- b) Çözümler: Çözümler, mevcut çözümlerin araştırılması ve beyin fırtınası ile alternatif çözümler üretilmesi yoluyla tanımlanır. Güçlü tasarım ekipleri birden fazla kaynaktan bilgi toplar, kalitesini değerlendirir ve çabaları belgeler.
- c) Analiz/Modelleme: Bir yapının işlev ve davranışının bazı yönlerini ifade etmek için matematiksel veya analitik modeller kullanılabilir. Sistemler karmaşık olduğunda veya her yönünü modellemek zor olduğu zaman tahmin kullanılabilir. Ancak modeller de zaman zaman sınırlı ve eksik kalabilmektedir.
- d) Deneme: Deney, modelin onaylanması ve verilerin yetersiz olduğu durumda ampirik kanıt sağlaması amacıyla analiz ve modelleme ile yapılabilir. Deney ve modelleme arasındaki karşılıklı etkileşimli bir ilişki, anlayış ve tasarımın ilerlemesini sağlar.
- e) Karar Verme: Alternatif modeller arasından avantaj ve dezavantajlarına bakılarak rasyonel bir seçim yapma sürecidir. Kalite tasarım kararları tam takım katılımı ve fikir birliği içinde yineleme ve iyileştirmeye dayanarak alınır.
- f) Takım Çalışması: Öğrenciler görev üzerinde multidisipliner bir takım çalışması gerçekleştirirler. İyi ekipler tanımlanmış roller ve sorumluluklar, ilham veren iklim ve tutum, etkili kaynak yönetimi, teşvik uygulama planı gibi özellikler gösterir ve tasarım ekibi başarısının önemli bir bileşeni de iletişimidir.

Brunsell (2012) mühendislik tasarım süreciyle ilgili literatürde birçok farklı tasarım sürecinin bulunduğunu, fakat tüm bu süreçlerde problemin tanımlaması, olası çözümlerin ortaya çıkarılması, çözümlerin analiz edilmesi, test edilmesi, değerlendirilmesi ve gerekiyorsa çözümün yenilenmesi, fikirlerin sunumu gibi benzer beklentilerin bulunduğunu belirtmektedir.

Mühendislik tasarım sürecinin fen eğitiminde uygulanması ile “tasarım temelli fen eğitimi” doğmuştur. Çünkü K-12 eğitiminde ve öğretmen eğitiminde mühendislik etkili bir yaklaşım olarak görülmekte ve bütüncül bir yaklaşımla var olan programlara entegre edilmesinin üzerinde durulmaktadır (Daugherty, 2012). Daugherty (2012) mühendislik problemlerinin bilimsel araştırma ve mühendislik tasarım süreci kullanılarak fen kavramlarının öğretildiğini belirtmiştir. Mühendislik tasarım süreci fen eğitiminde kullanıldığı şekliyle matematik eğitiminde de kullanılarak öğrencilerin matematiğin mühendislikle ilişkisini kurması ve mühendislik tasarımları yapmaları sağlanabilir. Mühendislik uygulamaları öğrencilerin mühendislerin işlerini ve mühendislik ile bilim arasındaki bağı anlamalarını, fen ve mühendislik arasındaki disiplinlerarası fikirler ve kavramları anlamalarını sağlar. Bu uygulamalarla öğrencilerin bilgilerinin daha anlamlı olması, meraklarının sürdürülmesi ve yaptıkları işe motive olmaları sağlanabilir; bu içgörüler onlara mühendislik ve bilim adamlarının yaratıcı bir iş olduğunu ve yaşadıkları dünyayı nasıl derinden etkilediklerini fark etmelerini sağlar (NRC, 2012).

## **2.9 STEM Eğitimi ile İlgili Araştırmalar**

Bu bölümde STEM eğitimi ile ilgili olarak yurtiçinde ve yurtdışında yapılan çalışmalar incelenmiştir.

### **2.9.1 Yurtiçinde Yapılan Araştırmalar**

Çorlu (2013) lise sonrası seviyede STEM eğitimi uygulamalarını ders müfredatının değerlendirilmesi yoluyla incelemiştir. STEM disiplinleri eğitiminin en ünlü kalite güvencesini sağlayan mekanizmayı Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurumu (Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET]) sağlamaktadır. Çalışma Türkiye'nin ABET tarafından akredite olmuş en büyük beş üniversitesinden birinde, özellikle derslerin STEM ve STEM olmayan olarak adlandırıldığı bir üniversitede gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla derslerin müfredatlarının öğretme uygulamalarını değerlendirmek için STEM eğitimi ve değerlendirme faktörleriyle

ilgili bir analitik rubrik geliştirilmiştir. Çalışmanın verileri 2012 yazında altı haftalık bir dönemde toplanmıştır. Veriler madde düzeyinde Mann-Whitney ve faktör düzeyinde bağımsız gruplar t testiyle değerlendirilmiştir. Sonuçlar STEM eğitiminde akredite olan ve olmayan programlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur. Sonuçta akreditasyon sürecinin eğitimciler üzerinde ders müfredatlarını STEM eğitimi içeriğine uygun şekilde düzenlemeleri konusunda pozitif etkileri olduğunu göstermiştir.

Yamak ve diğerleri (2014) STEM eğitimi etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmada üç farklı STEM etkinliği gerçekleştirilmiştir. Bunlar “Güneşten Faydalanalım: Solar Robot Yapımı”, “Kaleydoskop (Çiçek Dürbünü) Yapımı” ve “Hareket Dedektörü ile Grafik Oluşturalım” etkinlikleridir. Araştırma, tek grup ön test-son test deneysel desen kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 2014 yılında Ankara’da bir bilim okuluna bir proje kapsamında gönüllü olarak başvuran 60 öğrenciden tabakalı örnekleme yönteminin orantılı ayırma tekniği kullanılarak rastgele 20 öğrenci seçilmiştir. Veriler “Bilimsel Süreç Becerileri Testi” ve “Bilim ve Fen Hakkında Gerçekten Ne Düşünüyorum” ölçeği kullanılarak toplanmış ve veriler ilişkili örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı tutumlarını pozitif yönde geliştirdiği bulunmuştur.

Baran ve diğerleri (2015) “Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimleri” projesine katılan 6. sınıf öğrencilerinin yaptığı STEM spotu etkinliğini tanıtmış ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşlerini belirlemiştir. STEM spotu etkinliğinde, öğrenciler, kendilerine verilen senaryoya göre mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak televizyon kanallarında gösterilecek bir STEM spotu tasarlamıştır. STEM etkinliklerine yönelik düşüncelerini STEM spotları aracılığıyla ifade etmişlerdir. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen 20 adet STEM spotu incelenmiş ve öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutum ve bilgilerinin geliştiği sonucunda varılmıştır. Öğrenciler bu etkinlikler sayesinde teknoloji ve bilgisayar konularındaki bilgi ve becerilerinin geliştiğini, video tasarımı konusunda bilgi edindiklerini, tasarım becerilerinin geliştiğini vurgulamıştır. Ayrıca STEM spotu tasarlarken STEM içeriği ve kapsamını



daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. STEM spotu etkinliğinde karşılaştıkları sorunları ise, işbirlikli çalışmada yaşanan problemler ve zaman yetersizliği olarak belirtmişlerdir.

Altan ve diğerleri (2015) “Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi” adlı çalışmada STEM eğitimi kapsamında öğretmen eğitiminde tasarım temelli fen eğitimi yönteminin kullanılmasını incelemiştir. Çalışmada araç/oyuncak tasarımı, akvaryum ekosistemi, parfüm üretimi ve basit makineler atlı karınca tasarımı etkinlikleri tasarım temelli fen eğitimi yöntemiyle işlenmiş ve öğretmen adaylarının sürece yönelik değerlendirmeleri tespit edilmiştir. Durum çalışması şeklinde gerçekleştirilen araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme seçilen altı fen bilimleri öğretmen adayında oluşmaktadır. Çalışmada görüşmeler tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları sırasında ve sonunda olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. Veri analizinde içerik analizi, betimsel analiz ve sürekli karşılaştırmalı analiz kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenmeyi sağlama, tasarım görevi hedefinin motive ediciliği, kalıcı öğrenmeyi sağlama ve sorgulamaya dayalı olması mühendislik tasarım sürecinin en güçlü yönleri olarak ortaya çıkmıştır.

Delice, Aydın, Derin ve Yaşın (2015) matematik, fen ve bilgisayar eğitimi alanlarındaki öğretmen adaylarının STEM ile ilgili tutumlarını ve bu alandaki öğretim programlarını incelemiştir. Öncelikle entegre olmamış fen, matematik programlarında okuyan öğretmen adaylarının entegrasyon fikrine nasıl baktıklarını araştıran araştırmacılar, daha sonra bu programların içeriklerini incelemiştir. Karma yöntemin kullanıldığı çalışmaya matematik, fen ve bilgisayar bölümlerinden 349 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmada nicel veri toplama aracı olarak “FeTeMM Entegrasyonu” ölçeği kullanılmış ve demografik bilgiler toplanmıştır. Nitel olarak ise bölümlerdeki programları incelemiştir. Araştırma bulguları STEM entegrasyonuna yönelik öğretmen adaylarının pozitif tutumları gösterdiğini ortaya koymuştur. Araştırmanın sonuçları bölümlerin eğitim programları ve literatür doğrultusunda incelenerek ortaya konulmuştur.

Gencer (2015) çalışmada “fırıldak” etkinliğiyle bilimsel sorgulama yapmak, bilimsel sorgulama basamaklarındaki değişkenleri belirleyerek kontrol etmek, sorgulamayı

test etmek, verileri analiz etmek gibi hedeflerin gerçekleştirileceği bir öğrenme ortamı oluşturmayı hedeflemiştir. Çalışmaya 30 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Fırıldak etkinliği ortaokul seviyesinde 7. sınıf düzeyinde Kuvvet ve Enerji/Fiziksel Olaylar ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bilimsel sorgulama basamaklarını içeren fırıldak etkinliği ile bilim ve mühendislik deneyimleri yaşayan öğrencilerin fen okuryazarlığının geliştirilmesi, fen alanında bilgi, beceri, olumlu tutum, algı ve değerler kazanmaları ve kariyer bilincinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ortaya çıkan sonuç, öğrencilerin bu etkinlik ile fen ve matematik konularını açık bir şekilde ilişkilendirebildiklerinin gözlenmesidir. Ayrıca etkinlikle ilgili “sorgulama yaparken eğlenerek öğrenme” özelliği dile getirilmiştir.

Karahan, Canbazoğlu ve Ünal (2015) “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimine Medya Tasarım Süreçlerinin Entegrasyonu” adlı çalışmada medya tasarım süreçlerini STEM eğitime entegre etmeye çalışmıştır. Bu amaçla geliştirilen okul dışı etkinliklerin, ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin fen dersine yönelik tutumlarına etkisi ve öğretmen ve öğrencilerin fen öğretim sürecinde medya tasarım süreçlerini kullanarak fen spotu hazırlamaya yönelik düşüncelerini belirlenmeye çalışılmıştır. Nitel desenlerden eylem araştırması yöntemiyle gerçekleştirilen çalışma 14 hafta sürmüştür. 2013-2014 eğitim-öğretim yılında gerçekleştirilen araştırmanın çalışma grubu, sosyo-ekonomik düzeyi düşük bir devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim gören öğrencilerdir. Çalışmaya 21 öğrenci (16 kız, 5 erkek) katılmıştır. Veri toplama araçları; fen ve teknoloji dersi tutum ölçeği, medya ürünleri, fen spotu hazırlama formları, yarı yapılandırılmış görüşme formları ve araştırmacı notlarıdır. Veri analizi sonucunda, etkinliklerden sonra öğrencilerin fen ve teknoloji dersine yönelik tutum puanlarında artış meydana geldiği bulunmuştur. Nitel verilerin analizi sonucunda fen konularını öğrenme, öğrenilen konuların tekrar edilmesi yoluyla akılda kalıcılığın sağlanması ve grup çalışması en çok tekrarlanan kodlar olmuştur. En az tekrar edilen kodlar ise kriterler belirleme, yaratıcılık ve fenin günlük hayattaki rolünü kavramadır. Öğrenciler STEM etkinliklerinde eğlenerek öğrendiklerini, fen spotu hazırlamanın konu ile ilgili kavramları daha kolay anlamalarını sağladığını ifade etmişlerdir.

Baran, Canbazoğlu Bilici, Mesutoğlu ve Ocak (2016) Türkiye’de büyük bir kırsal şehirde dezavantajlı bölgelerden gelen 6. sınıf öğrencilerine yönelik okul dışı

zamanlarda bir STEM eğitimi programı yürütmüştür. Çalışmada öğrencilerin STEM eğitimine yönelik algıları araştırılmıştır. 40 altıncı sınıf öğrencisinin katıldığı çalışmada veriler her etkinlik sonunda öğrencilerin doldurduğu aktivite değerlendirme formlarıyla toplanmıştır. Değerlendirme formları öğrencilerin içeriğe ve kazanımlara yönelik algıları, karşılaştıkları sınırlılıklar ve zorluklar, gelişim önerilerini belirlemek için nitel olarak analiz edilmiştir. Veri analizi sonucunda, bilişsel (tartışma, muhakeme, düşünme, planlama, araştırma, zihinsel, hayal kurma) beceriler, mühendislik becerileri, tasarım becerileri, bilgisayar becerileri ve matematik ve fen becerileri gelişimi görülen becerilerdir. Öğrenciler, STEM faaliyetlerinin tasarım gerektiren etkinlikler olduğu için el becerilerini geliştirdiklerini belirtmiştir. Araştırma sonucunda, okul dışında bütünsel STEM eğitimi programlarının yürütülmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

Karakaya ve Avgın (2016) tarama yöntemini kullanarak ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin STEM eğitimine yönelik tutumlarını incelemiştir. Araştırmaya ortaokul seviyesinde 581 öğrenci katılmıştır. Veriler “Ortaokul Öğrencilerinin FeTeMM’e Yönelik Tutumları” anketi ile toplanmıştır. Çalışma 2015-2016 kış döneminde gerçekleştirilmiş, veriler bağımsız gruplar t testi, tek yönlü ANOVA, Kruskal-Wallis testiyle analiz edilmiştir. Veriler .05 anlamlılık düzeyinde incelenmiş ve verilere ait frekans, yüzde, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Araştırma sonuçları, anne eğitim seviyesinin 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin STEM’e karşı tutumları üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Üniversite mezunu annelerin ilkokul ve ortaokul mezunu annelere göre öğrencilerin tutumları üzerinde pozitif etkisi olduğunu ortaya çıkmıştır. Baba eğitim seviyesinde ise yüksek lisans veya üniversite mezuniyetinin ölçeğin matematik ve 21. yüzyıl becerileri alt boyutlarında pozitif etkisinin olduğu görülmüştür. Sınıf seviyesinde, 6. sınıf öğrencilerinin ölçeğin matematik alt boyutunda diğer sınıf seviyelerine göre daha yüksek tutum puanlarına sahip oldukları görülmüştür.

Sümen ve Çalışıcı (2016a) lisans Çevre Eğitimi dersinde STEM etkinlikleri uygulamıştır. Çalışma kapsamında uygulanan STEM etkinlikleri çevre kirliliğine giriş, çevre kirliliğinin sonuçları, atıkların doğada çürüme süreleri, geri dönüşüm, madde analizi ve maliyet hesabı, atık yönetimi ve kamuyu bilinçlendirme ve geri dönüşüm konusunda proje geliştirme olarak belirlenmiştir. Nitel olarak

gerçekleştirilen araştırmada STEM etkinliklerinin uygulanmasından sonra öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili zihin haritaları ve STEM eğitime yönelik görüşleri incelenmiştir. 42 öğretmen adayının katıldığı çalışmanın sonucunda, öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili zengin bir zihinsel yapıya ulaştıkları ve STEM alanlarını kendi içinde ve çevre eğitimiyle ilişkilendirdikleri görülmüştür. Ayrıca yapılan görüşmelerde öğretmen adayları STEM eğitimini etkili, eğlenceli ve akılda kalıcı bulduklarını ifade etmişlerdir.

Sümen ve Çalışıcı (2016b) sınıf öğretmeni adaylarının ilkokul fen bilgisi öğretim programı kazanımlarını STEM eğitime göre mühendislikle ilişkilendirebilme beceri düzeylerini incelemiştir. Durum çalışması şeklinde gerçekleştirilen araştırmada öncelikle öğretmen adaylarına STEM eğitimi tanıtılmıştır. Öğretmen adaylarına STEM eğitimi, amaçları, uygulama örnekleri gösterildikten sonra “İlkokul Fen Bilgisi Eğitim Programı Kazanımları-FeTeMM Aktiviteleri Formu” dağıtılarak kazanımları mühendislik alanlarıyla ilişkilendirmeleri ve ilkokul düzeyinde uygulanabilecek STEM etkinlik örnekleri yazmaları istenmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarıyla tasarladıkları etkinlik örnekleri konusunda yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Veri analizi sonucunda, öğretmen adaylarının ilkokul fen bilgisi kazanımlarını mühendislikle ilişkilendirebildikleri, birbirinden farklı STEM etkinlikleri oluşturabildikleri görülmüştür. Görüşmelerde öğretmen adayları STEM eğitimiyle ilgili olumlu görüşler bildirmişler, STEM’in ilkokulda uygulanması gereken bir yaklaşım olduğunu ifade etmişlerdir.

Aslan Tutak, Akaygün ve Tezsezen (2017) işbirlikli FeTeMM Eğitimi Modülünün (İFEM) öğretmen adaylarının STEM eğitimi farkındalıklarına ve algılarına olan etkisini incelemiştir. Araştırmanın örneklemi, bir üniversitenin son sınıfında öğrenim gören 48 öğretmen adayından oluşmaktadır. Uygulama öncesinde ve sonrasında katılımcılara STEM eğitimi ile ilgili açık uçlu sorulardan oluşan FeTeMM Farkındalığı Anketi uygulanmıştır. Yapılan Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi analiz sonuçlarına göre öğretmen adaylarının STEM eğitimi tanımlarında anlamlı fark gözlenmiştir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının STEM tanımlarının STEM eğitiminin bütünleşik yapısını yansıtacak şekilde değiştiği, STEM eğitiminin etkinlik ve proje temelli, alanların bir arada çalıştığı bir yöntem olarak ön plana çıktığı görülmüştür. Ayrıca araştırmada, STEM öğretmen eğitime yönelik seminer

ve eğitimlere katılım, proje örnekleri gözlemlene ve deneyim paylaşımının vurgulandığı görülmüştür.

Gökbayrak ve Karışan (2017) STEM uygulamaları hakkında öğrenci görüşlerini belirlemeye çalışmıştır. Bu amaçla 6. sınıf fen bilgisi dersinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin entegre edildiği üç etkinlik; “uçan yumurta”, “afiş tasarlama”, “geri dönüşüm muhteşem olacak” uygulanmıştır. Çalışma nitel durum çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya Van ilinde bulunan bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 20 altıncı sınıf öğrencisi gönüllü olarak katılmıştır. Veriler, görüşmeler yoluyla toplanmış ve betimsel olarak analiz edilmiştir. Sonuçta öğrenciler STEM etkinliklerinin birçok açıdan fayda sağladığını, bu alanlarda kendilerini daha çok geliştirmek istediklerini ifade etmişler, derslerin STEM etkinlikleriyle işlenmesi gerektiği konusunda olumlu görüşler bildirmişlerdir.

Keçeci ve diğerleri (2017) 5. sınıf öğrencileri ile STEM uygulamaları gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında rehberli araştırma ve sorgulamaya dayalı fen etkinlikleri, kodlama eğitimi ve eğitsel oyun destekli kodlama eğitiminden oluşan STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmada öğrencilerin STEM’e yönelik tutumları, duygu ve düşünceleri tespit edilmiştir. Dört hafta süren çalışmaya 5. sınıfta öğrenim gören 30 öğrenci katılmıştır. Karma yöntem kullanılan çalışmanın veri toplama araçları “eğitsel oyun destekli kodlama öğrenimine yönelik tutum ölçeği” ve öğrenci günlükleridir. Veriler t-testi kullanılarak analiz edilmiş ve uygulamalar sonucunda öğrencilerin tutumlarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Öğrenci günlükleri incelenmesi sonucunda ise; öğrencilerin uygulama öncesinde zorlanacaklarını ve kodlama yapamayacaklarını düşünürken uygulama sonrasında kodlama yapmayı çok zevkli ve kolay buldukları, uygulamaların eğlenceli geçtiği ve etkinliklerin birçok öğrenci tarafından evlerinde aileleriyle birlikte tekrar yapıldığı ortaya çıkmıştır.

Hacıömeroğlu (2017) sınıf öğretmeni adaylarının entegre STEM öğretimi yönelim düzeylerini incelemiştir. Çalışmada veriler iki farklı devlet üniversitesinde öğrenim gören 401 sınıf öğretmeni adayından toplanmış ve bulgular, sınıf öğretmeni adaylarının entegre STEM öğretimi yönelim düzeylerinin genel olarak olumlu olduğunu göstermiştir. Ayrıca adayların bilgi, tutum, değer, sübjektif ölçüt ile

algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi alt boyutlarına ilişkin olarak görüşlerinin olumlu olduğu ve cinsiyet değişkenine göre bilgi, değer, tutum ve algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi alt boyutları ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre adayların sübjektif ölçüt ortalama puanları arasında erkek adayların lehine anlamlı bir farklılık olduğu; sınıf düzeyi değişkenine göre sadece adayların algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Öğrenim gördüğü okul değişkenine göre adayların bilgi alt boyutu ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, öğrenim gördüğü okul değişkenine göre değer, tutum, sübjektif ölçüt ile algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi alt boyutları ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Koştur (2017) çalışmasında STEM eğitimini incelemiş ve Türkiye'deki fen programlarında ve bilim tarihinde STEM unsurlarının nasıl yer aldığını araştırmıştır. Bu amaçla seçilen bazı örneklerin STEM eğitimi doğrultusunda nasıl kullanılabileceğini açıklamıştır. Örnekleri El-Cezeri'nin icatları arasından seçerek bunların fen derslerinde STEM etkinliği olarak kullanılmasına yönelik önerilerde bulunmuştur. Yazar El-Cezeri'nin kullandığı ifadelerden fen, mühendislik, teknoloji, matematik ve sanatı birlikte kullanan iyi bir bilim insanı olduğunun anlaşıldığını ifade ederek, “Olağanüstü Mekanik Araçların Bilgisi Hakkında Kitap”tan seçtiği ve çalışabilirliği denenmiş tasarımlardan dört örneğe çalışmada yer vermiştir. Bunlar Şamandıra Etkinlikleri, Kam Mili Etkinlikleri, Basit Robotik Etkinlikleri, Batan Düzeneklerle İlgili Etkinlikler olarak sıralanmıştır.

Koyunlu Ünlü ve Dökme (2017) ortaokuldaki öğrencilerin mühendislik algılarını ortaya çıkarmak amacıyla Bilim Sanat Merkezinde öğrenim gören 72 öğrenciye “Bir Mühendis Çiz Testi” uygulamış ve çizimler hakkında görüşmeler yapmışlardır. Nitel olarak yürütülen çalışmanın verileri içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda, birçok mühendislik olmasına rağmen en fazla çizilen mühendislik türü inşaat mühendisliğidir. Ayrıca, birçok çizimde mühendisliğin tasarım boyutuna değinilmiştir. Katılımcıların bir kısmı ise mühendislerin tamir/ekipman kurulumu ile ilgilendiğini, inşaat alanında çalıştığını, inşaat alanını denetlediğini, araştırma yaptığını, inşaat alanında ve laboratuvar ortamında çalıştığını

ifade etmiştir. Katılımcıların mühendislikle ilgili klişeleşmiş düşüncelerinin olduğu ve mühendisliği erkek mesleği olarak algıladıkları sonucuna varılmıştır.

Küçük ve Şişman (2017) ilkokul düzeyinde gerçekleştirilen robotik öğretiminde öğretmenlerin deneyimlerini ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Durum çalışması deseninin kullanıldığı araştırmada veriler yapılandırılmış görüşme formu ile toplanmıştır. Çalışmaya 27 öğretici katılmıştır. Yapılan içerik analizi sonucunda dört tema ortaya çıkmıştır; öğretici-öğrenci etkileşimleri, meşguliyet ve motivasyon, oyunlaştırma, öğretim süreci. Öğretmenler meşguliyet ve motivasyon üzerinde sonuca ulaşma çabası, robotların hareket etmesi, pekiştirici ve kısa molaların olumlu etkileri olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma uygulanacak senaryonun kısa, öğrenci özelliklerine uygun, ilgi çekici ve gerçek yaşama dönük olması gerektiği vurgulanmıştır. Robotik öğretiminin öğrencilerin hayal güçlerini geliştirdiği, oyun ve eğlence ortamı sunduğu ve öğrencilerin kendi ürünlerini geliştirmesine fırsat sağladığı belirtilmiştir. Araştırma sonucunda, robotik öğretiminin eğlenceli ve verimli geçtiği, bu süreçte kullanılan yaratıcı düşünme sarmal öğretim modelinin etkili olduğu, kullanılan oyunlaştırma stratejilerinin öğrencilerin dikkat ve motivasyonlarının yüksek düzeyde kalmasını sağladığı ifade edilmiştir.

Uyanık Balat ve Günşen (2017), “Okul Öncesi Dönemde STEM Yaklaşımı” adlı çalışmada okulöncesi dönemin çocuklarda kavram gelişimi açısından önemini ve bu dönemde verilecek STEM eğitiminin önemini açıklamışlardır. Yazarlar, çocukların okul öncesi dönemde fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi bilimlerin ortaya koyduğu temel kavramları teknoloji ve mühendislikle harmanlayarak öğrenmesinin önemini vurgulamıştır. STEM yaklaşımının alana yeterince açıklanması ve bu yaklaşımı temel alan eğitim programları ve etkinlikler hazırlanması gerektiğinin altını çizmişlerdir. Bu yaklaşımın uygulanmasında eğitimciler ve aileler için önerilerde bulunmuşlardır.

Yıldırım ve Selvi (2017) ortaokul öğrencilerinin akademik başarı, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algı, fene yönelik motivasyon, STEM’e karşı tutum ve bilginin kalıcılığına STEM etkinlikleri ve tam öğrenmenin etkisini tespit etmeye çalışmıştır. Uygulama pilot, oryantasyon ve asıl uygulama olmak üzere üç basamakta

gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu yedinci sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Çalışmada eş olasılıklı atama yoluyla iki şube deney, bir şube kontrol grubu olarak belirlenmiş ve uygulama, yarı-deneysel olarak yürütülmüştür. Nicel verilerin analizi sonucunda STEM eğitimi ve tam öğrenmenin akademik başarı ve fene yönelik motivasyon üzerinde olumlu etki yaptığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca uygulamaların öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerinde olumlu ancak STEM tutum ve fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerinde olumlu etki yapmadığı görülmüştür.

Yılmaz ve Pekbay (2017) fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarına bir STEM etkinliği uygulanmıştır. Araştırmanın çalışma grubu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında bir devlet üniversitesinin son sınıfında öğrenim gören 30 fen bilgisi ve 38 ilköğretim matematik öğretmen adayından oluşmaktadır. Çalışmada öğretmen adaylarına araştırmacılar tarafından STEM konusunda kısa bir eğitim verilmiş ve ardından bir STEM etkinliği uygulanmıştır. Etkinlik sonrasında öğretmen adaylarına STEM etkinliği ile görüşleri sorulmuştur. İçerik analizi ile analiz edilen görüşmelerin sonucunda öğretmen adayları uygulanan etkinliği eğlenceli, eğitici ve verimli bulduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları katılımcı sayısının azaltılması ve sürenin daha verimli kullanılması gibi önerilerde bulunmuşlardır.

Çevik (2018) proje tabanlı STEM eğitiminin meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisini araştırmıştır. Tek grup ön test - son test deseni kullanılan araştırmanın katılımcıları meslek lisesi mobilya bölümü 11. sınıfta öğrenim gören 18 öğrencidir. Veri toplama araçları olarak “STEM Başarı Testi” ve “Mesleki İlgi Testi” kullanılmıştır. Veriler non-parametrik Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda STEM proje tabanlı eğitimin öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde artırdığı ve mesleki ilgilerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Delen ve Uzun (2018) matematik öğretmen adaylarının STEM eğitimini ne ölçüde uygulayabileceklerini belirlemek amacıyla öğretmen adaylarının tasarladıkları STEM temelli öğrenme ortamlarını değerlendirmiştir. Çalışmada bir devlet üniversitesinde matematik öğretmenliği bölümünün son sınıfında öğrenim gören 50 öğretmen adayının bir dönem boyunca STEM yaklaşımını nasıl uyguladıkları analiz edilmiştir.



Bu nedenle araştırma kapsamında öncelikle öğretmen adaylarına STEM eğitimi verilmiş ardından öğretmen adaylarından ders planları yazmaları ve STEM yaklaşımına dayalı öğrenme ortamları tasarımları istenmiştir. Ayrıca çalışmanın sonunda bazı katılımcılar ile görüşmeler yapılmıştır. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının matematik ve fen bilimlerini entegre edebildikleri ancak bunu tasarımlara yansıtma ve bu sürece teknolojiyi ekleme noktasında zorlandıkları görülmüştür.

Özçelik ve Akgündüz (2018) üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan STEM eğitimi ile öğrencilerin elde ettikleri kazanımları değerlendirmiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasının kullanıldığı çalışmada daha önceden STEM eğitimi almamış, üstün yetenekli 25 öğrencinin katılımıyla 2 hafta 32 saat süren STEM eğitimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak öğrencilerin neler öğrendiği, hangi becerileri elde ettiği, etkinlikten öğrendiklerini nasıl kullanacağı gibi sorular içeren Aktivite Değerlendirme Formları kullanılmıştır. Çalışmada veriler etkinliklerde gerçekleştirilen mühendislik tasarım sürecinin gözlenmesi ve etkinliklerden sonra öğrencilerin doldurduğu aktivite formları ile elde edilmiştir. Verilerin analizi sonucunda yapılan eğitimin öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği ve iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerini kazanmasını sağladığı tespit edilmiştir.

### **2.9.2 Yurtdışında Yapılan Araştırmalar**

Amerika Birleşik Devletlerindeki STEM eğitim reformunun son yıllarda hızlı bir gelişim gösterdiğini vurgulayan Johnson (2012) yüzlerce STEM merkezli okul açıldığını ve STEM öğretmenlerinin kalitesini ve öğrencilerin öğrenmesini geliştiren binlerce STEM eğitim programı geliştirildiğini belirtmektedir. Johnson STEM eğitimi reformunun NRC (2011a) tarafından yayınlanan “Başarılı K-12 STEM Eğitimi” (Successful K-12 STEM Education) adlı raporda üç temel amaca yönelik olduğunu belirtmektedir; STEM kariyerlerini seçen öğrenci sayısını artırmak, STEM işgücü katılımını artırmak ve tüm öğrenciler için STEM okuryazarlığını bir realite haline getirmek. Yazar, çalışmada STEM eğitiminin birçok anlamını ve STEM uygulama modellerini açıklamakta aynı zamanda STEM eğitimi uygulayan kurumların bu amaçlar için çalıştıkça yeni eğitim modellerinin ortaya çıkacağını belirtmektedir.

Andree ve Hansson (2013), “Broad Line” adlı kampanya filmlerinin öğrencilerin fen ve teknoloji ile ilgili bir alan seçimleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. “Broad Line” 2010 yılında ortaokul son sınıfta fen ve teknolojiyle ilgili çalışma alanı seçen öğrenci sayısını artırmak için yapılmış bir girişimdir. Bu kapsamda bir pazarlama acentası aracılığıyla 9 film üretilmiştir. Bu filmler öğrencilere 9. sınıfı bitirmek üzereyken yaptıkları seçimleri etkilemek üzere iki kere uygulanmıştır. Kampanya kapsamında tüm İsveç’te 15 yaş grubu öğrencilerin % 89’una ulaşılmıştır. Analiz edilen veriler kampanya filmleri ve yazılı kaynaklardır. Veri analizi öğrencilerin neden STEM eğitimine katılmaları gerektiği hakkında farklı kategoriler üretmek için sürekli karşılaştırma yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçlar kampanya mesajlarının yararlılık değeri, katılım değeri ile ilişki değeri üzerinde yoğunlaşmıştır. Sonuçlar şu kategorilerde toplanmıştır; doğa bilimleri programı gençlere resmi nitelikler kazandırmaktadır, başarıyla ilişkilidir, gençlerin özel yetenekler geliştirmesini sağladığı ve eğlenceli olduğu için istenmektedir.

Basham ve Marino (2013) çalışmada STEM eğitime artan ilgiye rağmen K-12 ve sonrası seviyelerde engelli öğrencilerin STEM içeriğiyle mücadeleye devam ettiğini vurgulamaktadır. Öğretmenlerin farklı özelliklere sahip öğrenci gruplarına eğitim vermesinde etkili eğitim ve değerlendirme stratejilerini anlamalarının işe yarayacağı belirtilen çalışmada etkili STEM eğitimi ve UDL (The Universal Design for Learning [UDL]) framework perspektifi anlatılmıştır. Eğitimcilerin STEM eğitimini bir eğitim programı tasarım süreciyle uygulaması gerektiğini ifade eden yazar, bilinen değişken öğrenci seviyeleri için müfredat planlamada UDL’nin birden fazla temsil aracı, ifade, eylem kullandığını belirtmektedir. UDL’nin sağladığı müfredat, öğretim ve materyallerin anahtar kavram ve kuralların çoklu gösterimini sağlamaktadır ve teknoloji ile zenginleştirilmiş STEM eğitimi içeriği bilgiyi ancak grafik, simülasyon, video ve seslerle sunarak sağlayabilmektedir.

Gillet, De Jong, Sotirou ve Salzmann (2013) STEM eğitimi için birleştirilmiş online laboratuvarlarla ilgili olarak yürütülen büyük ölçekli bir projeyi tanıtmıştır. Avrupa Komisyonu okullarda STEM eğitimi verilebilmesi için online laboratuvarlar kurulabilmesi amacıyla bir proje finanse etmiştir. Projenin eğitimsel odak noktası sorgulayıcı öğrenme ve teknolojik odak noktası olan kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları üzerinedir. Öğrenme ortamları, öğretmen toplulukları ve öğrenci

aktiviteleri tarafından eş zamanlı olarak desteklenen bir sosyal medya portalı yoluyla sağlanmıştır. Çalışmada online laboratuvarların birlikteliği, STEM öğretmen toplulukları arasındaki etkileşim ve okullardaki sorgulama temelli öğrenmeyi sağlayan bir sosyal medya portalı yaklaşımı sunulmuştur. Online ortamlar, öğretmenler tarafından sağlanan sorgulamalı öğrenmeyi sağlayan alanlardır. Erişim, gizlilik, kişiselleştirme ve öğrenme analizleri bu ortamlara sıkı sıkıya bağlıdır.

Knezek ve diğerleri, (2013) öğrencilerin gelecekte STEM işgücüne katılmaları için ortaokulda ilgilerinin çekilmesinin hayati öneme sahip olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle çalışmada ortaokul öğrencilerinin STEM içerik bilgisi ve algılarına etkinlik temelli projelerin etkisi belirlenmiştir. Katılımcılar ABD'deki Texas, Louisiana, Maine ve Vermont kentlerinde bulunan altı farklı ortaokulda 6, 7 ve 8. sınıfta eğitim gören 246 öğrenciden oluşmaktadır. Katılımcıların 123'ü erkek ve 123'ü kız öğrenciden oluşmaktadır ve veriler büyük bir proje kapsamında 2010-2011 eğitim yılında toplanmıştır. Yarı deneysel desen şeklinde gerçekleştirilen araştırmada projeye katılan öğrencilerin projeye katılmadan önce ve sonra STEM bilgileri ve eğilimleri değerlendirilmiştir. Öğrencilerin cinsiyet, sınıf seviyesi ve okul bilgileri kişisel bilgiler anketi ile toplanmıştır. Araştırmada öğrencilerin STEM konularına ve kariyerlerine ilgilerini ölçmek için "The STEM Semantics Survey" kullanılmıştır. Ölçek öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kariyerlerine ilgilerini ölçen uyarlama şeklindeki bir ölçektir ve her biri beş madde içeren beş alt boyuttan oluşmaktadır. Araştırma verileri öğrencilerin sadece STEM içerik bilgisinde değil, STEM konu ve kariyerlerindeki eğilim ve algılarında da gelişim gösterdiklerini ortaya koymuştur. Kız öğrencilerin STEM algılarındaki bu artış erkek öğrencilerden daha belirgin olmuştur. Çalışmanın sonuçları, iyi tasarlanmış sorgulama temelli proje aktivitelerinin ortaokul düzeyinde oldukça etkili olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Madden ve diğerleri (2013) New York Devlet Üniversitesinde yaratıcı düşüncüyü geliştirmek için STEM alanlarıyla güzel sanatları birleştiren multidisipliner bir program geliştirdiklerini belirtmektedir. Üniversite güzel sanatlar, doğal ve sosyal bilimler, bilgisayar bilimleri ve matematik alanlarında inovatif eğitimde güçlü bir geleneğe sahiptir. Geliştirilen "Thi E" yaklaşımının işyerlerinde çok yönlü mesleki işgücü gelişimini sağlayacağı düşünülmektedir. Bu programı geliştirmek için

STEAM fakülte üyelerinden oluşan bir takım; fabrika, iş dünyası ve eğitimdeki çok disiplinli modeller ve yaratıcılığın gelişimiyle ilgili literatürü incelemişlerdir. Yazarlar, geleneksel eğitim modellerini akademik olarak yeniden yapılandırarak geliştirdikleri bu eğitim programının araştırma projeleri, öğrenme toplulukları ve mentorluk yoluyla grup temelli multidisipliner problem çözüme öğrenenlerin ilgisini çekeceğini belirtmektedirler. Bu programın toplumlarda karşılaşılan kompleks problemlerin çözümü için gerekli olan işgücünü sağlayacağı, modern bilim ve teknolojide inovasyon yaratabilecek bilim adamlarının yetiştirilmesinde bir model olacağı ifade edilmektedir.

STEM eğitiminin Amerika Birleşik Devletleri'nde bilimsel ve ekonomik gelişim için anahtar olarak görüldüğünü belirten Mong ve Ertmer (2013) bütün öğretmen ve öğrencilerin STEM alanlarında yetenekli olabilmesi için STEM bilgisinin gerektirdiği bir dizi hayati beceri olduğunu belirtmektedir. Ancak halihazırda Amerika'da uygulanan STEM eğitiminin öğrencilere fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminin gerçek dünyada nasıl uygulandığını göstermesi açısından başarısız olduğu belirtmektedir. Öğrenci merkezli bir yöntem olan probleme dayalı öğrenmenin gerçek hayat problemlerine aktif çözümler üretme yoluyla öğrencileri STEM eğitimine çekmede büyük bir potansiyele sahip olduğunu belirten yazarlar makalede probleme dayalı öğrenmenin öğretmen eğitimi ve K-12 eğitimine entegrasyonunun olumlu ve olumsuz yönlerini incelemiştir.

Pinnell ve diğerleri (2013) çalışmalarında Dayton Üniversitesi Öğretmen Eğitimi Bölümü ile Mühendislik Fakültesi arasındaki işbirliği kapsamında uygulanan ortak bir proje olan STEM Eğitimi Kalite Programının sonuçlarını incelemiştir. STEM Eğitimi Kalite Programı, K-12 öğretmen ve öğretmen adayları için "STEM Öğretmenleri için Mühendislik İnovasyon ve Tasarımı" olarak adlandırılan 6 haftalık bir mesleki gelişim programıdır. Bu programın amaçları, öğretmenlerin mühendislik tasarım ve inovasyon hakkında bilgilerini artırmak, öğrencilerin mühendislik ve inovasyon tecrübelerini geliştirmek aynı zamanda onları toplumsal ihtiyaç ve kariyer alanlarında bilgilendirmektir. Uygulamalarda her bir takımında mühendislik öğrencisi, mühendislik fakültesi ve mentorun yanısıra 10 öğretmen ve 5 öğretmen adayı yer almıştır. Takımlar, mühendislik inovasyon ve tasarım projeleri ve mentor tarafından yapılan bir tasarımı içeren çeşitli faaliyetlere katılmışlardır. Geliştirilen altı haftalık

programda uygulanan etkinlikler şunlardır; güvenlik cihazı (9 – 10. sınıf, fizik), mühendislik topluluğu bahçeleri (6 – 8. sınıf, matematik ve fen), eko-park tasarımı (4 – 5 – 8. sınıf, matematik ve fen), mekanik delik (9. sınıf, matematik ve fen), korsan gemisi yarışı (5 – 7. sınıf, matematik ve fen). Karma yöntemle gerçekleştirilen araştırmada öğretmen adaylarının tutum, inanç ve uygulamalarında değişiklik olup olmadığı öntest sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Nicel ve nitel sonuçlar bu programın amaçlarını gerçekleştirmede başarılı olduğu ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının özyeterlilik ve fen öğretimine yönelik inançlarında olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır. Çalışmanın ilgi uyandıran sonuçları şunlardır: Pedagojik hazırlığı algılama, matematik – fen içerik hazırlığı algılama, geleneksel öğretim uygulamalarının kullanımı, araştırmacı kültürü teşvik eden uygulamaların kullanımı, araştırmacı öğretim uygulamalarının kullanımı.

Taylor ve Hutton (2013) uzamsal düşünmeyi geliştirmek için öğrencilere mühendislik ve origami içeren yenilikçi bir program uygulamış ve öğrencilerin gelişimine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları 42 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisinden oluşmaktadır; 36 öğrenci deney, 16 öğrenci kontrol grubunda yer almıştır. Veri toplama aracı olarak dördüncü sınıf öğrencileri için uzamsal düşünme değerlendirmeleri, çalışma kağıtları ve öğrenci geribildirim anketleri kullanılmıştır. Tüm öğrenciler programa katılmadan önce, katıldıktan sonra ve program sırasında üç kere bu anketleri doldürmüştür. Çalışmada ilk derste öğrenciler basit origami modellerini katlamıştır. Bu bölüm öğrencilerin katlanan model ve yaratılan örüntüler arasındaki ilişkileri araştırarak origaminin uzamsal yapısını anlamalarını geliştirmiştir. İkinci bölüm katlamalı 3 boyutlu kağıt mühendisliğini öğrencilere tanıtmıştır. Katlamalı 3 boyutlu kağıt mühendisliğinde çocuklar katlanmış kağıdı 3D formuna dönüştürmek için bir kesim gerçekleştirmiştir. Katlamalı 3 boyutlu kağıt mühendisliği origami dersleriyle paralel gitmiştir. Öğrenciler ilk olarak 2D modellerini 3D şekline dönüştürmüş ve 3D formun oluşturulması için gerekli modelleri incelemiş ve analiz etmiştir. Üçüncü bölüm öğrencilerin uyguladığı katlamalı üç boyutlu kağıtların yer aldığı uygulamalı kağıt mühendisliğini tanıtmaktadır. Sonuçlar programın uzamsal düşünmenin gelişimde olumlu etkisi olduğunu göstermiştir. Programın özellikle kızların ilgisini çektiği görülmüştür.

Yazarlar bu sonucun STEM eğitiminde cinsiyet farklılıklarını azaltmada işe yarayabileceğini belirtmektedir.

Tseng, Chang, Lou ve Chen (2013) çalışmada proje temelli öğrenme aktivitelerinin öğrencilerin STEM eğitimine yönelik öğrenme tutumlarına etkisini incelemiştir. Proje temelli öğrenme aktiviteleri öğrenme çıktılarının bir parçası olarak otantik ve gerçek yaşam deneyimlerine dayalı çoklu perspektifle eser yaratmaya dayanmaktadır ve özellikle proje temelli öğrenmenin STEM ile bütünleştirilerek kullanılmasına yönelik tasarımlanmıştır. 2008 kış tatilinde okullar arası beş haftalık "çok fonksiyonlu elektrikli araç" yarışması yapılmıştır. Elektrikli taşıt projesinin tasarımı, öğrencilerin mesleki lise derslerinde öğrendikleri elektrik mühendisliği, makine mühendisliği, makine dinamikleri, elektronik, robotik kinematik, otomasyon, mekatronik, enerji, motorlar gibi uygulamaların çok disiplinli bileşenlerini kapsamaktadır. Bu çalışmada proje temelli öğrenmenin amacı öğrencilerin grup çalışması, grup tartışması ve sürekli sınama yoluyla öğrenmelerini sağlamaktır. Tayvan'daki beş kurumdan mühendislik geçmişi olan otuz birinci sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Öğrenciler her biri altı üyeden oluşan beş takım halinde çalışmıştır. Öğrenci etkileşimini artırmak için web tabanlı bir platform kurulmuştur. Etkinlik sonrasında, öğrencilerin tutumlarını araştırmak için anket ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Anket sonuçları öğrencilerin mühendisliğe karşı tutumlarının anlamlı olarak değiştiğini göstermiştir. STEM eğitimi ise öğrencilerin problem çözme ve bilgi entegrasyon yeteneklerini geliştirmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilerin çoğu fen ve mühendislik disiplinlerinde STEM'in önemini tanımıştır ve görüşmelerde fen bilgisindeki mesleki gelişimin gelecek kariyerleri için faydalı olduğunu ve teknolojinin dünyayı daha etkili bir yer haline getirerek hayatlarımızı ve toplumu geliştirdiğini ifade etmişlerdir.

Wang (2013) öğrencilerin lise sonrası eğitimlerinde STEM alanlarını takip etme niyetleriyle lisedeki matematik ve fen dersleri almaları arasında ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Ayrıca bu ilişkilerin ırk, cinsiyet ve sosyoekonomik duruma göre nasıl değiştiği araştırılmıştır. Araştırmanın verileri öğrencilerin liseden üniversiteye geçişte girdikleri bir sınavdan (Education Longitudinal Study of 2002 [ELS]) elde edilmiştir. Çalışmada, 2004 yılındaki ELS sonuçlarına ilk uygulamadan sonra araştırma genişletilmiş ve 2006' da lise bittikten yaklaşık 2 yıl sonra ikinci

takip çalışmasında, lise sonrası kurumlara erişim, üniversite ve kayıt seçimleri ve üniversite deneyiminin diğer yönleri ile ilgili veriler toplanmıştır. STEM alanlarıyla ilgili öğrencinin öğrenmesi, motivasyonu, ilgisi ve seçimini tam olarak anlamak için, aynı bireylerin ikinci basamaktan orta öğretim sonrası eğitimine kadar takip edilmesi gerekli görülmüş ve ELS'den elde edilen uzunlamasına veriler, öğrencilerin lisedeki ve üniversitenin ilk yıllarındaki STEM eğitimleriyle ilgili kapsamlı bir veri sağlamıştır. Çalışmada 2006 yılında yükseköğretime giden 6300 öğrenciye ait veri alınmıştır. Bu oranın % 19.3'ü STEM alanlarına girmiştir. Araştırma sonucunda bir STEM branşı seçmenin doğrudan STEM branşına niyet, lise matematik başarısı, akademik etkileşim, finansal yardım, başlangıç ortaokul tecrübeleriyle direk ilişkili olduğu bulunmuştur. STEM'e girişte en büyük etkiye sahip olan STEM branşına ilgi 12. sınıf matematik başarısından, fen ve matematik derslerine katılım ve matematik özyeterlilik inancından direk etkilenmektedir. Çoklu yapısal eşitlik modeli analizi sonuçları, matematik başarısı ve farklı etnik gruplarla matematik ve fen derslerine katılımın heterojen etkilerini göstermiştir. Farklı etnik gruplarla matematik ve fen derslerine katılımında en çok beyaz öğrencilerle katılımın STEM niyetinde pozitif etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Bouwma-Gearhart, Perry ve Presley (2014) bu makalede, lise sonrası STEM eğitiminin geliştirilmesine odaklanan üniversitelerde fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve eğitim fakültesinin işbirliklerinin başarısını etkileyen faktörleri araştırmıştır. Araştırmada özellikle disiplinlerarası işbirlikler yoluyla lisans eğitimi reformunu başarıyla gerçekleştiren beş araştırma odaklı üniversite seçilmiştir. Araştırmacılar başarılı STEM eğitim reformlarının altında yatan uygulamaları incelemiştir. Araştırmada katılımcıların STEM eğitimi reformlarına ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın amacı, girişimlerin başarılarını keşfetmek değil, onların başarılarının altında yatan süreç ve faktörleri incelemektir. Katılımcılar 35 STEM öğretim üyesi, başkan, dekanlar; 12 eğitim fakültesi eğitmeni, başkan ve dekanlarını ve 7 STEM reform girişimi proje lideri, koordinatörü ve yöneticilerini kapsamaktadır. STEM ve eğitim katılımcıları araştırma kapsamında kendi gelişim süreçlerini tanımlamıştır. Bu süreç şu şekilde gerçekleşmiştir. Birinci aşamada süreç eğitim fakültelerine karşı STEM fakültelerinde bir suskunlukla başlamış, zaman geçtikçe diğer disiplinler

tanınmış ve güven artmıştır. İkinci aşamada farkındalık ve saygı artmıştır. Üçüncü aşamada yeterince zaman ve işbirlikli çalışmayla birlikte pedagojik sorunlarda diğer araştırmaların değeri anlaşılmış ve son aşamada diğer disiplinlerin bilgileri uzmanlık alanı olarak tanınmıştır.

De Jong, Sotiriou ve Gillet (2014) STEM eğitiminde bir yenilik olarak online laboratuvarların bir bölümü olan Go-lab'ı tanıtmıştır. Go-lab öğrencilerin fen mesleklerine ilgilerini çekmek amacıyla kavramsal bilgi ve araştırma becerileri kazanmalarını sağlayan araştırma-sorgulama temelli öğrenmeyi temel alarak geliştirilmiştir. Görsel laboratuvarlar (simülasyon), uzak laboratuvarlar (uzaktan erişilebilen gerçek materyaller) ve fizik laboratuvar veri setlerinin hepsi online laboratuvarlar olarak adlandırılmaktadır. Eğitimde geniş kullanıma olanağı bulunan online laboratuvarlar öğrencilere pedagojik olarak şekillendirilmiş öğrenme ortamları sunmakta, bilimsel tecrübeler kazanmaları için ortam sağlamaktadır. Go-lab öğrencilere sorgulama temelli öğrenme platformları sağlamaktadır. Go-lab'ın sorgulama temelli öğrenme ortamları öğrencilerin sorgulama becerilerini sorgulama çemberi ile şekillendirmektedir. Öğretmenler Go-lab'ın sorgulayıcı öğrenme bölümleri sayesinde sorgulayıcı öğrenme ortamları tasarlayabilirler. Bunu yaparken Go-lab onlara senaryolarla yardımcı olur ve öğretmenlere uygulamalarını paylaşmaları için topluluk ve işbirliği desteği sunar. İlk yılında Go-lab farklı araştırma kurumlarından 13 sorgulama temelli öğrenme ortamı sunmuştur. Çalışmada Go-lab'ın özellikleri ve öğretmen ve öğrencilerin nasıl kullanacağı açıklanmıştır.

Freeman ve diğerleri (2014) geleneksel öğretim ve aktif öğretime dayalı lisans düzeyinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) derslerindeki öğrenci performansını karşılaştırırken sınav sonuçları ve başarısızlık oranları ile ilgili verileri sunan 225 çalışmayı meta analiz yapmıştır. Nicel değerlendirmelerde öğrenci performansı iki sonuç değişkeni kullanılarak değerlendirilmiştir; sınavlar, kavram envanterleri ya da diğer değerlendirmelerde resmi olarak alınan puanlar ve D veya F notu alan veya söz konusu dersten çekilen öğrencilerin yüzdesi olarak ölçülen başarısızlık oranları. Analizler iki soru üzerinde yoğunlaşmıştır; aktif öğrenme sınav puanlarını artırıyor mu? Başarısızlık oranlarını düşürüyor mu? Sonuçlar aktif öğrenme bölümlerindeki sınav puanları ortalamasının % 6 civarında yükseldiğini ve



aktif öğrenme sınıflarına göre geleneksel öğrenme yapılan sınıflardaki öğrencilerin 1,5 kere daha başarısız olma eğiliminde oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca aktif öğrenme, sınavlardan daha çok kavram ölçeklerindeki puanları yükseltmektedir. Aktif öğrenmenin, en büyük etkisinin küçük sınıflarda görülmesine rağmen ( $n \leq 50$ ), tüm sınıf büyüklüklerinde etkili olduğu görülmüştür. Şimdiye kadar yapılmış en büyük ve kapsamlı STEM eğitimi meta analizini yaptıklarını belirten yazarlar şu sonuçlara ulaşmıştır; çalışma, araştırmalarda kontrol olarak geleneksel eğitimin kullanımının devam etmesiyle ilgili soru işaretlerini artırmıştır ve aktif öğrenmeyi sınıflarda tercih edilen, geçerliliği test edilmiş öğrenme uygulaması olarak desteklediğini ortaya koymuştur.

Han, Capraro ve Capraro (2014) çalışmada STEM proje temelli öğrenme aktivitelerine katılımın öğrenci performans düzeyini ve öğrencilerin bireysel özelliklerinin matematik başarılarını nasıl etkilediğini belirlemeye çalışmıştır. Çalışmada South Western Üniversitesi STEM merkezindeki mesleki gelişim kursuna üç lise öğretmeni katılmıştır ve üç senede her altı haftada bir STEM proje temelli öğrenme uygulamaları yapılmıştır. Katılımcılar bu okullardan 836 lise öğrencisidir. Veriler “Teksas Bilgi ve Beceri Değerlendirme Testi” ile toplanmıştır. Verileri analiz etmek için hiyerarşik lineer model kullanılmıştır. STEM proje temelli öğrenme öğrencilerin matematik başarısını etkilemiştir. İlk yılda öğrenciler en düşük puanları almıştır. Düşük başarılı öğrenciler üç yıl boyunca yüksek başarılı öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla büyüme oranı göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin etnik köken ve ekonomik durumları başarının önemli belirleyicileridir. Sonuçta STEM proje temelli öğrenme okullarda düşük başarılı öğrencilere daha faydalı olmuş ve başarı farkını azaltmıştır.

Irwin, Pearce, Anzalone ve Oppliger (2014) Michigan Teknik Üniversitesi Uygulamalı Bilim Eğitimi bölümünde bir yüksek lisans programının bir bölümü olarak K-12 fen öğretmenleri için uygulanan iki mesleki gelişim kursunu tanıtmıştır. 2009 – 2010 ve 2013 – 2014 dönemlerinde “Mühendislik Süreci” ve “Fizik Bilimlerinde Mühendislik Uygulamaları” adlarıyla açılan kurslar fen öğretmenlerine 3D yazıcı teknolojisini ve tekniklerini uygulama fırsatı sağlamıştır. Birinci kurs öğretmenlere mühendislerin problem çözmek için kullandıkları süreç ve yöntemleri öğretmiştir. Bu kursta katılımcılardan tasarımın test edilmesi ve sonuçların analizini

kapsayan bir tasarım projesi gerçekleştirmeleri istenmiştir. İkinci kurs ise mühendislerin fizik kurallarını problem çözmeye ve tasarım yapmada nasıl kullandıklarını göstermiştir. Bu kursta katılımcılar bir sistem veya bilgisayar programlama ve fiziksel bileşenlerin montajını da kapsayan bir süreç tasarımı gerçekleştirmiştir. Öğretmenler aynı zamanda test ve ölçüm araçları uygulamış, sonuçları analiz etmiş, yorumlamış ve tasarımların geliştirilmesi için deneysel sonuçlardan yararlanmışlardır. Öğretmenler bu kursta Lego Bpx veya K'Nex Separator ile bir tasarım geliştirmişler, CAD yazılımını kullanarak 3D modelleme öğrenmişler ve mühendislik tasarım sürecini öğrenerek uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmişlerdir.

Mohr Schroeder ve diğerleri (2014) bazı öğrencilerin matematik ve fene karşı ilgi ve başarılarında eksiklik olduğunun bilinen bir gerçek olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmada bir STEM yaz kampının ortaokul öğrencilerinin STEM kariyerlerine ve içeriğine ilgilerini ne derecede etkilediğini incelemiştir. See Blue STEM kampında öğrencilerin STEM ilgilerini artırmak için etkinlikler ve proje temelli aktivitelerle STEM alanları ve meslekleri tanıtılmıştır. 2010 yılında başlayan kamp, İngiltere Mühendislik Fakültesi, Eğitim Fakültesi ve Sanat ve Bilim fakültelerinin yanı sıra yerel kamu okulları ve topluluktan öğretmenlerle gerçekleştirilen gerçek zamanlı oturumlara odaklanmaktadır. 2012 See Blue STEM Kampı sırasında öğrenciler, mühendislik tasarımına, görsel uzamsal akıl yürütme, nörobilim, çevresel sürdürülebilirlik, astronomi ve LEGO robotikler öğrenmişlerdir. 2013 kampı boyunca ise öğrenciler ayrıca uzay mühendisliği, matematiksel modelleme, nörobilim konularını öğrenmiş ve çeşitli mühendislik alanlarına genel bir bakış açısı kazanmışlardır. Karma yöntemle gerçekleştirilen araştırmada öğrencilerin STEM'e karşı algı, tutum ve ilgileri araştırılmış ve büyük bir üniversitenin kampüsünde gerçekleştirilen bu beş günlük kursa katılımın öğrencilerin kariyer hedeflerindeki değişime etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçlar STEM ilgi ve motivasyonunda artma sağlarken, STEM kariyerlerine ilgide % 3'lük bir artış gözlenmiştir. Aynı zamanda ortaokul öğrencileri çoğu STEM eğitimi içeriklerini eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını ifade etmişlerdir.

Nite, Margaret, Capraro, Morgan ve Peterson (2014) kamp gibi STEM alanlarındaki öğrenme tecrübelerinin ortaokul öğrencilerine STEM farkındalık, STEM

mesleklerine ilgi, özyeterlilik, içerik bilgisi gibi faydalar sağladığını belirtmektedir. Çalışma kapsamında STEM branşlarını ve mesleklerini seçen öğrenci sayısını artırmak için bir üniversitede 31 ortaokul öğrencisine 2 haftalık bir STEM kampı düzenlenmiştir. Nitel durum çalışması olarak gerçekleştirilen araştırmada araştırmacılar katılımcılara şu sorular sorulmuştur; 1. Kamp amacına ve öğrenci kazanımlarına nasıl ulaşmıştır? 2. Amaçlar ve sonuçlar öğrenci kazanımlarını yansıtmakta mıdır? 3. Kamp bir öğrencinin STEM branşı seçme kararını etkiledi mi? Araştırma sonucunda kampın amaçlarına ulaştığı ve öğrencileri ev sahibi üniversitede bir STEM mesleği seçmeye ikna ettiği görülmüştür. Araştırmanın bilişsel ve sosyal sonuçları kamptaki öğrenci davranışlarına yansımıştır. Çalışmanın sonucunda, bu çalışmada olduğu gibi formal olmayan öğrenme ortamlarının başarı, özyeterlilik, ilgide artış ve STEM mesleği seçmeyi sağlayabileceği belirtilmiştir.

Öner ve diğerleri (2014) ABD’de farklı bölgelerdeki Teksas – STEM (T – STEM) okullarında eğitim gören öğrencilerin akademik başarı düzeylerini buldukları bölgedeki Eğitim Servis Merkezlerine (ESM) göre farklılık gösterip göstermediğini araştırmıştır. Bu amaçla T – STEM öğrencilerinin üç yıllık performansları incelenmiştir. Araştırma sonucunda, farklı bölgelerde bulunan Eğitim Servis Merkezlerinde yer alan T – STEM akademisi öğrencilerinin demografik değişkenler açısından matematik puanları arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır. Afrika kökenli Amerikalı öğrencilerin başarı puanları ortalamasının dokuzuncu sınıf düzeyinde Beyaz Amerikalı öğrencilerin puanlarından daha düşük; Asya kökenli öğrencilerin matematik gelişim oranlarının ise Beyaz Amerikalı öğrencilerin gelişiminden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Erkek öğrencilerin matematik gelişim oranı kız öğrencilerin matematik gelişim oranından daha yüksek olduğu görülmüştür.

Saxton ve diğerleri (2014) Amerika Birleşik Devletleri’nde STEM eğitiminde karşılaşılan sorunlardan en kritik olanının ölçüm aletleri ve değerlendirme sistemindeki sınırlılık olduğunu belirtmektedir. Genel bir değerlendirme sisteminin bu sorunu çözeceğini belirten araştırmacılar, STEM Genel Ölçüm Sistemini geliştirmiştir. STEM Genel Ölçüm Sistemi öğrencilerin öğrenme düzeyinden öğretmen uygulamalarına, profesyonel gelişimden, okul düzeyi değişkenlerine kadar birçok yapıyı kapsamaktadır. Bu ölçüm sistemi güçlü bir teorik temele dayanan

kavramsallaştırma sürecinin ürünüdür. Sistemin teorik modeli, okul düzeyinde destekler, profesyonel gelişim, eğitimci uygulamaları ve öğrenci öğrenmesi olmak üzere dört değişkene dayanmaktadır. Çalışmada STEM Genel Ölçüm Sistemini oluşturan değişkenler açıklanarak bu değişkenler arasındaki bağlantılar tartışılmıştır.

Supalo, Hill ve Larrick (2014) Haziran 2013’de Denver Metropolitan Devlet Üniversitesi tarafından göremeyen veya az derecede görebilen engelli öğrenciler için düzenlenen etkinlik temelli bir gelişim programını tanıtmıştır. Kolorado Görme Engelliler merkeziyle ortak düzenlenen yaz okulu iki günlük atölyeler içermektedir. Etkinliğe ortaokuldan üniversite düzeyine kadar farklı seviyelerden 38 görme engelli veya az görebilen öğrenci katılmıştır. Programda gerçekleştirilen etkinliklerden ilki “depo çantası eldiven etkinliği”dir. Bu etkinlikte fermuarlı saklama torbaları "eldiven" olarak görev yapmış ve elimizin sıcaklığını korumada en iyi izolatörü belirlemek için çeşitli yalıtım malzemeleri (pamuklu çoraplar ve hava yastıkları gibi) kullanılmıştır. İkinci etkinlik ise polimer giriş ve modelleme aktivitesidir. Düz zincirleri temsil eden boncuklar içeren polimerlerin modelleri olarak, kolyeler ve diğer mücevherler yapmak üzere piyasada bulunan plastik boncuklar kullanılmış, daha sonra kağıt klipsleri, çapraz bağlanmayı taklit etmek için birkaç şerit boncuğu rastgele noktalara bağlamak için kullanılmıştır. Değişken derecelerde "çapraz bağlama" yapan bazı modeller geliştirilmiştir. Öğrencilerin polimer zincirlerini çapraz bağlamanın nasıl gözlemlendiği sorularak tanımlamaları sağlanmıştır. Yazarlar bu ve benzeri aktivitelerin lise kimya dersinde uygulanabileceğini belirtmektedir.

Talanquer (2014) disiplin temelli eğitim araştırmalarının son yıllarda sayıca arttığını belirtmektedir. Amerika Birleşik Devletleri’ndeki üniversitelerin ve yüksekokulların verdikleri eğitimin STEM eğitimine dönüşümünde araştırma bulgularının reform çabalarının merkezi olduğunu ifade etmektedir. Buna göre yazar, disiplin temelli eğitim araştırmalarının dikkatlice analiz edilmesi gereken fırsatlar ve sıkıntılar sunduğunu belirtmektedir. Bu nedenle çalışmada “Journal of Science Teaching” dergisi özel sayısında yayınlanan makaleleri kullanarak disiplin temelli eğitim araştırmaları alanının geliştirilmesinde dikkate alınması gereken kritik konuları belirlemiştir. Disiplin temelli eğitim araştırmaları keskin sınırlar ve sınırlı doğrudan etkileşimler içeren çeşitli alt alanlardan oluşmaktadır. Disiplin temelli eğitim

araştırmaları arasındaki sınırları aşmanın en büyük zorluklardan biri olduğunu belirten yazar, bu alandaki araştırmacıların bu yöndeki çabaları devamlı genişletmesi, güçlendirmesi ve çoğaltması gerektiğini ifade etmektedir.

Theobald ve Freeman (2014) “Müdahale mi, öğrenciler mi? Lisans STEM eğitimi araştırmalarında öğrenci özelliklerini kontrol etmek için lineer regresyon kullanma” adlı araştırmada lisans STEM eğitimi araştırmalarında öğrenme sonuçlarındaki farklılıkların eğitimsel bir müdahalenin etkisinden mi yoksa öğrencilerin deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmadıklarında öğrenci özelliklerindeki farklılıktan mı kaynaklandığını belirlemede eksiklik yaşandığını belirtmektedir. Yazarlar öntest sontest kullanılan bir araştırmada kullanılan analiz yöntemlerinin yanlış sonuçlar ortaya çıkarabileceğini ve çoklu lineer regresyon yönteminin, test puanlarındaki değişimin öğrenci özelliklerinin etkisinden eğitimsel müdahalenin etkisini ayırmada etkili bir yöntem olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacılara öğrenci yeteneklerindeki farklılıkları kontrol etmek ve öğrenci performansı üzerinde tesadüfi olmayan müdahale etkisini tahmin etmek için öğrenci seviyesi regresyon modelinin kullanılması önerilmektedir.

Belland, Walker, Olsen ve Leary (2015) STEM eğitiminde bilgisayar tabanlı desteklerin etkileri üzerine yapılmış deneysel çalışmaların sonuçlarını sentezleyen bir meta analiz yapmıştır. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar ortaokul, yüksekokul, lisans ve yetişkin düzeylerinde bilgisayar temelli yapıların etkisini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Çalışmalar; destek, bilgisayar, eğitici, akıllı eğitici sistem ve bilişsel eğitici sistem anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. Analize dahil edilme kriterleri şunlardır; 1993-2014 yılları arasında yapılmış olmak, öğrencilerin bir eğitimsel müdahale aldığı ancak destek almadığı kontrol grubuna sahip olmak, bilişsel çıktıları ölçmek, etki boyutlarını hesaplamak için yeterli bilgi sağlamak, literatürde tanımlandığı şekilde destek almak ve kötü yapılandırılmış STEM sorunlarıyla ilgili olmak. Sonuçta; bilgisayar temelli yapıların öğrenmeyi pozitif etkilediği bulunmuştur. Kavramsal destek kullanarak öğrenen öğrenciler üstbilişsel destek kullanarak öğrenen öğrencilerden daha iyi performans göstermektedir. Araştırmanın önemi, araştırmacıları üstbilişsel desteklerden uzak tasarımları ve laboratuvarlardan ziyade özgün ortamlara yönlendirmekten kaynaklanmaktadır.

Bottia, Stearns, Mickelson, Moller ve Parker (2015) literatürde öğrencilerin lise eğitimi sırasında kaliteli bir STEM eğitimi almalarının STEM kariyeri takip etmelerindeki önemine vurgu yapmıştır. Bu nedenle öğrencilerin lisede STEM eğitimi almalarının cinsiyet ve etnik açıdan STEM alanlarına katılımlarındaki farklılıklara nasıl etki ettiğini ve lisedeyken STEM niyetlerini etkileyen lise yaşantılarını araştırmıştır. Sonuçlar cinsiyet ve etnik farklılıkları dikkate alarak açıklanmıştır. Özellikle lise STEM derslerinin zamanlamasının etkisi, STEM ile ilişkili sınıfların özellikleri ve öğrencilerin STEM mesleklerini seçmedeki kararları üzerinde bu derslerin etkisi analiz edilmiştir. Nicel veriler North Carolina Üniversitesinde öğrenim gören öğrencilerden toplanmıştır. Bulgular, öğrencilerin lisede aldıkları STEM eğitiminin STEM'e ilgilerini çekmede demografik faktörlerle etkileştiğini göstermektedir. Fizik alma ve lisedeki STEM mesleğine yönelim en çok öğrencilerin STEM'i bir meslek olarak seçme tercihleriyle ilişkilendirilmiştir. Ek olarak özellikle fizik alma kız öğrencilerin STEM kararında önemlidir. Çalışma sonucunda şu öneriler yapılmıştır; lise öğrencilerinin STEM'e ilgilerini çekecek çeşitli öğrenme deneyimleri sağlanmalı, kız öğrencilere fiziğin verilme yöntemi değiştirilmeli ve öğrencilere verilen STEM akademik hazırlığın kalitesi artırılmalıdır.

Chiu, Price ve Ovrachim (2015), literatürde K-8 STEM eğitiminin geliştirilmesi için yapılan araştırma temelli çalışmaların belirlenmesi ve bilimsel okuryazarlığın geliştirilmesi için STEM programlarının nasıl kullanılabilceğini araştırmıştır. Araştırmada bu konuda 2000 yılı ve sonrasında yapılmış 52 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışma için K-8 eğitimi destekleyen araştırmalara odaklanılmıştır. Öğrencilerin lisede başarılı olmalarının temelleri farklı sınıf düzeylerinde Yeni Nesil Bilim Standartlarının (Next Generation Science Standarts) performans göstergelerini kapsamaktadır. Literatür çalışmalarının sentezinden ortaya çıkan sekiz kategori; değerler, işbirliği ve planlama, program ve eğitim, profesyonel öğrenme, iletişim, teknoloji, ortaklar ve paradır.

Karim, Lemaignan ve Mondada (2015) robotların geleneksel eğitime katkı sağlayacağını belirtmektedir. Birçok okul robotları kendi resmi eğitim programlarına adapte etmektedir. Araştırmada kaliteli öğrenme alanları oluşturabilmek için teknolojiyi eğitime entegre eden sınıflarda robot kullanımının ön plana çıktığı belirtilmektedir. Ancak robotların eğitimi yeniden şekillendirebileceği ve

öğrenmenin yeni yollarını geliştirebileceği net değildir. Bunu cevaplamak için robot temelli öğrenmenin etkileriyle ilgili var olan literatürü inceleyen araştırmacılar, K-12 eğitiminde matematik ve fizik öğretimi için geliştirilen öğrenme aktivilerine yoğunlaşmıştır. Araştırmada matematik ve fizikte robot temelli öğrenme aktivitelerinde sınıflara uygun robot platformu ve araçları konusu incelenmiş ve robot temelli öğrenme ve matematik ve fizik derslerindeki robot temelli aktivitelere yer verilmiştir. Araştırma sonucunda, mevcut eğitim programındaki robotların sınırlı varlığını geliştiren robotik platformlarda, öğrenme ortamlarında ve öğretmen eğitiminde yaşanan eksiklikler paylaşılmıştır. Öğrenciler öğrenme amaçları ile derslerde kullanılan robotik aktiviteleri birleştirememektedir. Bu eşleştirme, öğrenme motivasyonundaki artış ile robot kullanımı arasındaki bağlantının kurulması için gereklidir.

Kim ve diğerleri (2015) öğretmenlere STEM derslerinde robotik kullanımının nasıl tasarlanacağı ve yürütüleceğini öğretmeyi amaçlayan bir projeyi tanıtmışlardır. Özellikle bir temel eğitim öğretmeni yetiştirme dersinde robotikler yoluyla öğretmen adaylarının STEM katılımları, öğrenme ve öğretmeleri araştırılmıştır. Veriler anketler, gözlemler, görüşmeler ve ders planlarıyla toplanmıştır. Nicel ve nitel verilerin analizi öğretmen adaylarının robotik aktivitelerine aktif olarak katıldıklarını göstermiştir. Öğretmen adaylarının tüm yönlerden STEM eğitimlerine katılımları gelişmiştir. STEM'e duygusal katılımları (ilgi, zevk gibi) önemli olarak gelişmiş ve bu onların davranışsal ve bilişsel katılımlarını da etkilemiştir. Bulgular robotiklerin öğretmenlerin STEM katılımının sağlanmasında ve STEM tutumlarının geliştirilmesinde derslerde teknolojik olarak kullanılabilirliğini göstermektedir.

Lin ve diğerleri (2015) STEM eğitimi bağlamında lise öğrencilerinin İşbirlikli Problem Çözme Becerilerini (İPÇB) değerlendirmek için bir değerlendirme sistemi geliştirmiştir. Bu değerlendirme sisteminin teorik temelleri OECD tarafından önerilen işbirlikli problem çözme matrisine dayanmaktadır. Bu değerlendirme sisteminde araştırmaya katılan dört araştırmacı grubu tarafından geliştirilen STEM eğitimi sekiz değerlendirme modülü bulunmaktadır. Sekiz modül raf tasarlama, bir mikrodalga fırın kullanma, bir ev inşa etme gibi problem görevlerini kapsamaktadır. Değerlendirme sisteminin geçerliliğini sağlamak için üç uzman değerlendirmiştir. Sekiz modülün içerik geçerliliği ise 222 Tayvan lise öğrencisi üzerinde test

edilmiştir. Modüllerin her biri için öğrencilerin işbirlikli problem çözme becerileri, performanslarına ait ayırt edicilik ve zorluk indisleri hesaplanmıştır. Ayrıca sekiz modülün her birinin tümüyle olan ve üç işbirlikli problem çözme becerileriyle (İPÇB) (a. birlikte anlamayı sağlama ve sürdürme b. problem çözmek için uygun girişimleri yapma c. takım organizasyonu kurma ve sürdürme) aralarındaki korelasyonlar hesaplanmıştır. Çalışmadan şu sonuçlar elde edilmiştir; değerlendirme sistemi maddeleri kabul edilebilir düzeyde güçlük, ayırt edicilik katsayılarına sahiptir. Sekiz değerlendirme modülünün tüm modülleri arasında ve üç İPÇB boyutları arasındaki korelasyonlar anlamlı bulunmuştur. Sekiz görev ve üç becerinin her biri birbiriyle uyumlu olarak aynı performans sonuçlarını üretmektedir ve bu değerlendirme sistemi lise öğrencilerinin STEM eğitiminde işbirlikli problem çözme becerilerini değerlendirmede etkilidir.

Ritz ve Fan (2015) eğitim teknolojileri konusunda çalışan 20 bilim adamının ülkelerindeki STEM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemiştir. Verilerin anketlerle toplandığı araştırmanın sonucunda STEM eğitiminin ülkeler tarafından farklı yorumlandığı görülmüştür. Çalışmanın dikkat çeken sonuçları şunlardır; bazı ülkeler STEM eğitiminde konuların birbirinden bağımsız öğretilmesini savunurken diğerleri bütünlendirici bir yaklaşım kullanılarak öğretilmesini savunmaktadır. Bazıları da STEM'in bu iki yaklaşımın bir kombinasyonu olduğunu düşünmektedir. Birçok ülke STEM eğitimi politik ve ekonomik baskılar yüzünden araştırmaktadır. Bazı ülkelerde STEM eğitimi konusunda tartışmalar yaşanırken bazıları STEM'i kendi eğitim sistemine uyarlamak için harekete geçmiştir. Birçok ülke öğretmenlerine derslerinde STEM'i nasıl uygulayacağı konusunda yol gösterici olması için profesyonel gelişim desteği sağlamaktadır.

Rogers ve diğerleri (2015) çalışmada öğrencilerin 21. yüzyıl problemlerini çözebilmeleri için multidisipliner yaklaşımlarla öğrencileri tanıştırmayı amaçlayan bir eğitim projesini tanıtmıştır. Multidisipliner Sürdürülebilir Eğitim Projesi, derslerle disiplinleri birleştirmek için sürdürülebilir temalı eğitim modelleri ve multidisipliner yaklaşımı kullanmaktadır. Bu yaklaşımda dersler şu şekilde işlenmiştir; derse bir 21. yüzyıl problemiyle başlamak, derse özgü tasarlanmış bir etkinlik uygulamak, öğrencilerin diğer disiplinlerdeki sonuçlarını özetleyen kısa



teknik rapor yazmaları, öğrencilerin diğer sınıflardaki teknik raporları okuyarak değerlendirmeleri ve diğer disiplinlerden bakış açılarını birleştirmeleri için tasarlanmış kısa cevaplı özet etkinliğine katılmalarıdır. Bu proje beş amaç üzerine kurulmuştur; disipline özgü öğrenmeye devam etmek, özellikle sürdürülebilirlikle ilgili olan 21. yüzyıl problemlerinin özellikleriyle ilgili anlayış geliştirmek, karışık problemleri anlamak için farklı disiplinlerin birlikte nasıl çalıştığını göstermek, ilgili sorunlarla baş ederek öğrenmeye ilgiyi artırmak ve diğer STEM alanlarında ve sürdürülebilirlikle ilgili kullanılacak ve bu amaçları karşılayacak materyaller geliştirmek. Sonuçlar öğrencilerin 21. yüzyıl problemlerinin özellikleriyle, özellikle de sürdürülebilirlikle ilgili anlamalarının arttığını göstermiştir. Değerlendirme araçlarındaki sınırlılık nedeniyle öğrencilerin farklı disiplinlerin kompleks problemlerini anlama düzeylerinin değerlendirilmesi zor olmuştur.

Quang ve diğerleri (2015) yaratıcı ve deneysel etkinliklerle STEM eğitiminin keşfedilmesi ve ortaokul öğrencileri için teknik oyuncaklar tasarlayarak STEM eğitiminin geliştirilmesi amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Nitel olarak yapılan araştırmada STEM eğitime konular tasarlanmasında bütünleştirilmiş yaklaşım kullanılmıştır. Öğretmenlerin teknik oyuncaklar tasarlarken yapmaları gerekenler şöyle sıralanmıştır; öncelikle STEM ile ilgili ders konuları ve içeriğini inceleme, STEM ile ilgili öğrenme çıktıları ve entegrasyon ihtimali olan konu içeriklerinin kesişim noktalarının belirlenmesi, teknik oyuncakların türünün belirlenmesi, tasarım, test etme ve değiştirme, öğrencileri teknik oyuncaklar yapmak için eğitme. Araştırmacılar bu teknik oyuncak tasarım prosedürüne dayanarak, 8. sınıf öğrencilerine bir mini yarış arabası tasarlatmış ve bu şekilde matematik, fizik ve teknolojiyi bütünleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda teknik araçların geliştirilmesinin öğrenci yeteneklerini geliştirdiği bulunmuştur.

Dezavantajlı gruplar için STEM eğitiminin geliştirilmesinin ABD'nin uzun dönem ekonomik büyüme ve güvenliği için önemini vurgulayan Xie, Fang ve Shauman (2015) bu makalede ABD'de STEM eğitimiyle ilgili yapılan araştırmaları incelemiştir. Literatürde STEM eğitime katılımın iki önemli bileşenini (genel eğitime katılım ve STEM eğitime katılım) etkileyen farklı sosyal faktörleri belirlemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, bilişsel ve sosyo-psikolojik özellikler içinde aile, komşu, okul ve daha uzak kültürel katmanlar STEM'e katılımı etkilemektedir.

Sosyoekonomik durum ölçümleri genel eğitime katılımı ölçerken, sosyo-psikolojik faktörler STEM olmayan eğitime göre STEM eğitime katılım ve başarı üzerinde daha önemli etkiye sahiptir. Ailenin sosyoekonomik durumu, ırk ve cinsiyetteki farklılıklar da STEM eğitime katılımı etkilemede varlığını sürdürmektedir.

Wu ve Anderson (2015) son on yılda STEM eğitiminin büyük ilgi gördüğünü ve çağdaş bilim eğitimi reform hareketleri içinde büyük ölçüde tanındığını belirtmektedir. Son zamanlarda STEM ile ilgili program, materyal, eğitim rehberliği gibi çalışmalar yapıldığını, başlangıçtaki çalışmalarda bir veya daha fazla STEM alanı ayrı ayrı alınırken daha sonraki çalışmalarda STEM alanları arasındaki bağlantıya vurgu yapıldığını belirtmektedir. Bu nedenle STEM ile ilgili çalışmaların bazıları tek STEM disiplinini kapsarken, daha kapsamlı çalışmaların STEM disiplinleri arasında daha derin bağlantılar kurduğunu belirtmektedir. Araştırmacılar STEM eğitiminin daha etkili ve yeterli olması için online interaktif öğrenme ortamları, dijital oyunlar, artırılmış gerçeklik, simülasyonlar ve robotlar gibi eğitim teknolojileri kullanımının STEM eğitimi ve eğitim teknolojileri araştırmacılarının en önemli araştırma konusu olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmada araştırmacılar STEM eğitiminde eğitim teknolojileri kullanımı konusunu ayrıntılı olarak incelemiştir.

Abramovich, Burns, Campbell ve Grinshpan (2016) bu makalede, uygulanan bir araç olarak matematiğin ilköğretim, ortaöğretim ve ortaöğretim sonrası eğitim seviyelerinde sürekli olarak kullanıldığında konunun öğretilmesini geliştirme, STEM disiplinlerine öğrencilerin ilgisini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermişlerdir. Yazarlar, matematik öğretiminde yaşanan tutarsızlıklarla başa çıkmanın yolları olarak aksiyon öğrenme (action learning) tekniklerini benimsemek ve matematik eğitiminin her seviyesinde çeşitli teknolojik araçların bir araya getirilmesini önermektedir. Bu iki pedagoji, etkinlik temelli ve teknoloji destekli uygulamalı matematik projeleri kullanılarak birleştirilebilir. Bu pedagojilerin etkililiği, matematik öğreniminde motivasyonu artırma ve kaygıyı azaltma açısından tüm eğitim düzeylerinde ölçülebilir. Özellikle, K-12 seviyesinde aksiyon öğrenmenin bir amacı, ileri matematik derslerini başaran ve sonuçta başarılı olan öğrencilerin yüzdesini artırmaktır. STEM eğitimi kapsamında bu pedagoji, ilköğretim düzeyinde interaktif mini projelerde küçük çocuklar ve öğretmenleri ile birlikte çalışmayı;

ortaokul, lise öğrencileri ile açık uçlu etkileşimli matematik/mühendislik tasarım projeleri üzerinde çalışmayı ve üniversite STEM eğitimi için matematik eğitiminin bir parçası olarak gerçek dünya problemleri üzerinde çalışmayı kapsamaktadır. Ayrıca çalışmada ilkokul, ortaokul ve ortaöğretim sonrası seviyelerinde uygulamalı matematik projesi örnekleri sunulmuştur.

Ashford, Lanehart, Kersaint, Lee ve Kromrey (2016) Florida STEM eğitiminin etkisini ölçmeyi amaçlamıştır. Bu nedenle şehirde bulunan STEM kariyer akademilerine kaydolun Florida devlet liselerindeki matematik ve fen dersi alan öğrencilerin STEM ilgileri ve yeteneklerinin kalıcılığı, diğer ulusal çaptaki öğrencilerin STEM ilgileriyle karşılaştırılarak sınanmıştır. Çalışma sonunda Florida'nın STEM yetenekli öğrenciler, matematik ve fen derslerini almada diğer 9 – 11. sınıflar arası ulusal öğrencilerden daha düşük devamlılık göstermişlerdir. Araştırmadan ortaya çıkan sonuç, STEM kariyer akademilerine katılım matematik ve fen derslerindeki devamlılığı desteklememektedir.

Bell (2016) devletlerin ekonomik zenginliğini sağlamada iyi yetişmiş mühendis, bilim adamı, teknoloji ve matematikçilerin hayati önemi olduğunu belirterek öğrencilerin bu alanları seçmede yetersiz kaldığını ifade etmektedir. Araştırmada, bu vizyonun gerçekleşmesinde ve kaliteli öğretmen ihtiyacının giderilmesinde STEM bir çözüm yolu olarak sunulmaktadır. Araştırmanın amacı teknoloji ve tasarım öğretmenlerinin STEM'i nasıl algıladığını, algılarının nasıl değiştiğini ve bunun teknoloji ve tasarım pedagojisiyle ilişkilerinin araştırılmasıdır. Fenomenoloji yönteminin kullanıldığı araştırmada katılımcıların pedagojik anlama ve algılamaları belirlenmiştir. Görüşmelerle toplanan veri analizinin sonucunda, öğretmenlerin STEM algısı, kişisel bilgileri ve bu bilgileri anlayışları kendi sınıflarındaki STEM uygulamalarının etkililiğiyle bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, araştırmanın bulguları öğrencilerin STEM okuryazarı olmaları için öğretmenlerin STEM meslektaşlarıyla iyi bir planlama yapmalarının önemini göstermiştir.

Cooke ve Walker (2016) STEM'in okul programlarına entegre edilmesinin yararları olmasına rağmen araştırmaların öğretmen ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine adapte olamadıklarını gösterdiğini belirtmektedir. Çalışmada öğretmen adaylarının günlük hayattaki matematik kullanımlarıyla ilgili algıları ve matematiğin günlük

hayattaki yaygınlığına ilişkin inançları arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Katılımcılar (n=698) okul öncesi ve temel eğitim bölümlerinde öğrenim gören öğretmen adaylarıdır. Öğretmen adayları matematiği nasıl kavramsallaştırdıklarını ölçen bir ölçme aracı doldurmuşlardır. Toplanan verilerden yola çıkarak matematiği nasıl kavramsallaştırdıklarına ilişkin açıklamalarına göre öğretmen adaylarının profilleri çıkarılmıştır. Araştırmada sonuç olarak öğretmen adaylarının matematiği kavramsallaştırmaları günlük hayattaki matematik kullanımları, matematik becerileri ve sınıf matematiğine yönelik tutumları ile ilişkilidir. Öğretmen adaylarının karar vermede matematik kullanımları ve çocukların günlük hayatında matematik kullanımının yaygınlığına ilişkin algıları STEM eğitimini kendi uygulamalarında kullanmalarını belirleyen faktörler olarak ortaya çıkmıştır.

Öğretmen ve Öğrenciler için Yenilikçi Teknoloji Deneyimleri (The National Science Foundation's Innovative Technology Experiences for Students and Teachers [ITEST]) programları araştırmacı ve eğitimcilerin K-12 eğitiminde öğrencilerin STEM eğitimine katılım ve motivasyonlarını sağlayan uygulama, içerik ve süreçleri anlayabilmelerini sağlayan projeler finanse etmektedir. Bu projelerin sonuçları gençlerin STEM kariyerlerine yönelmelerini sağlayan strateji, yöntem ve modellere önemli katkılar sağlamaktadır. Connors-Kellgren, Parker, Blustein ve Barnett (2016) çalışmada STEM kariyerlerinin gelişiminde ITEST'in finanse ettiği projelerle ortaya çıkan bilgi birikimini araştırmıştır. Sonuç olarak ITEST programı STEM eğitiminde yaratıcılık, deney ve kültürel sorumluluk, işgücü gelişimi ve STEM girişimlerine katılımı geliştirme sağlamıştır. Çalışmada yazarlar STEM ilgisinin artırılması, STEM kariyerleri ve geleceğin bilimsel ve mühendislik işgücüne temel becerilerin kazandırılması konusunda STEM eğitiminde yenilikçi yaklaşımlara deneysel kanıtlar sunmuştur.

Robocup Junior 2000 yılında başlatılan ve eğitim yarışmaları yoluyla gençlerin STEM içeriği ve öğrenme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan uluslararası bir eğitim robotları girişimidir. Robocup Junior'ı Robocup'tan ayıran şey, futbol robotlarının gelişimi, araştırma ve kurtarma robotları, evdeki ve işteki robotların fonksiyonlarını kapsamıdır. Eguchi (2016) bu çalışmada, Robocup Junior uygulamasının etkilerini ve yarışmaya katılan öğrencilerin yaratıcılık, inovasyon ve STEM becerilerinin gelişimini incelemiştir. 2012'de yapılan Dünya Şampiyonasında uygulanan anket

sonuçları ve anekdotlar, katılan ABD’li öğrencilerin kendi tecrübeleriyle ilgili ifadeleri Robocup Junior uygulamasının katılan öğrencilerin teknolojik ve inovatif gelişimine katkılarını ortaya çıkarmış ve uygulamanın etkilerinin anlaşılmasını sağlamıştır.

Kelley ve Knowles (2016) 21. yüzyılda meydana gelen değişim ve gelişimlerin sonucunda Amerika Birleşik Devletleri’nde büyük STEM eğitimi reformları yapıldığını ancak uygulamada STEM eğitimcilerinin STEM eğitimini anlamada büyük eksiklik yaşadığını belirtmektedir. Bu nedenle yazarlar STEM eğitiminin kavramsal çerçevesinin çizilmesinin yararlı olacağını vurgulamaktadır. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin gerçek bağlamlarda entegre edilmesinin zor olabileceği ve uzmanlardan oluşan yeni bir STEM neslinin gerekli olduğunun belirtildiği araştırmada, eğitim araştırmalarının sonuçlarının öğretmenlerin STEM disiplinleri arasında bağlantıları kurmakla mücadele ettiklerini gösterdiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin fen ve matematiği birbirinden kopuk ve kavramları gerçek dünyadaki uygulamalarından bağlantısız öğrendikleri için ilgi duymadıkları belirtilmektedir. Bu nedenle çalışmada bütünlük STEM eğitimi araştırmalarına yol göstermek ve bütünlük bir STEM eğitimi çerçevesi oluşturmak için öğrenme teorileri ve anahtar kavramlar tanıtılmıştır.

Maltby, Brooks, Horton ve Morgan (2016) STEM eğitiminin ekonomik hareketlilik için fırsatlar sunduğunu ancak kadınların ve birinci nesil üniversite öğrencilerinin STEM alanlarında yeterince temsil edilemediklerini belirten araştırmacılar çalışmada temsil edilemeyen azınlıklar ve STEM’e ilgi duyan kadınlar için yaşayan bir öğrenme topluluğunun etkililiğini incelemiştir. Yazarlar “kadın bilim programı yaşayan öğrenme topluluğu”na katılan kız öğrencilerin eşleştirilmiş örneklem post hoc analizini yapmışlardır. Yaşayan öğrenme topluluğu birinci nesil üniversite öğrencilerinin fende bir lisans derecesi almada daha istekli olduğu ve eşleştirilmiş kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında fen lisans derecesi almaya üç kere daha fazla istekli oldukları ortaya çıkmıştır. Sonuçlar STEM derecelerine ve lisans programlarına katılımı riskli olan grupları bir yıllık müdahale programının anlamlı olarak etkileyebileceğini göstermektedir.

McDonald (2016) dört disiplinin (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) STEM eğitimine katkılarını, STEM okuryazarlığını, öğrencilerin STEM işlerine katılımını etkileyen faktörleri, etkili pedagojik uygulamaları ve bunların STEM’de öğrenci öğrenmesi ve başarısı üzerindeki etkilerini, STEM eğitiminde öğretmenlerin rolünü incelemiştir. 237 çalışmayı inceleyen yazar üç ana faktör belirlemiştir; 1. STEM’e katılımı öğrenci ilgi ve motivasyonunu sürdürmek için ortaokulun başlangıcına odaklanmanın önemi 2. Öğrenci başarısını, ilgisini ve motivasyonunu ve 21. yüzyıl yeterliliklerini geliştirmek için etkili pedagojik uygulamalar yürütülmesi 3. STEM’e karşı öğrencilerin tutum ve motivasyonunu olumlu etkileyecek yüksek kalitede öğretmenler yetiştirilmesi. Çalışmada yazar bu konular üzerinde tartışarak çözüme yönelik öneriler sunmuştur.

Öner ve Capraro (2016) STEM okullarının amacına hizmet edip etmediğini belirleyebilmek amacıyla, Teksas’da yer alan STEM (T-STEM) okullarının akademik başarıları ile diğer okulların akademik başarısını boylamsal olarak karşılaştırmıştır. Araştırmada eğilim değerleri eşleştirme yöntemi kullanılmış ve Teksas STEM okullarına benzer özelliklere sahip okullar belirlenmiştir. Belirlenen okulların matematik ve fen başarıları hiyerarşik lineer modelleme yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin matematik ve fen başarılarının yıllar arasındaki değişimi, her iki okul türünde de istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermiştir. Ancak iki okul türü arasında akademik başarı bakımından anlamlı fark bulunmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Öner, Capraro ve Capraro (2016) çalışmada Teksas’ta T – STEM sözleşmeli okulları ile STEM olmayan okulların öğrencilerinin üç yıllık matematik başarısını karşılaştırmıştır. 1481 öğrencinin katıldığı çalışmada karşılaştırılabilir iki grup eğilim değerleri eşleştirme yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Eşleştirmeden sonra boylamsal olarak öğrencilerin matematik başarıları hiyerarşik lineer modelleme yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Analizlerde öğrenci değişkenleri dikkate alınmıştır. Araştırma sonucunda STEM ve STEM olmayan okullardaki öğrencilerin matematik başarısının zaman içinde anlamlı olarak değiştiği bulunmuştur. STEM okullarındaki öğrencilerin matematik başarısı düzenli olarak artarken, STEM olmayan okullardaki matematik başarısı 2012 yılında azalma ve 2013 yılında tekrar artma göstermiştir. Ayrıca sonuçta T – STEM sözleşmeli okullarının ekonomik olarak dezavantajlı

öğrenciler olan İspanyol öğrencilerin matematik başarılarının artmasında etkili olduğu görülmüştür. Araştırmada ekonomik olarak dezavantajlı öğrencilerin matematik başarılarının artırılması için STEM okullarının faydalı olduğu sonucuna varılmıştır.

Susilo ve diğerleri (2016) çalışmalarında STEM eğitiminde kullanılacak eSMAC robotik kitini tanıtmışlardır. Bu kit ABD’de fen ve mühendisliğin daha etkili şekilde entegre edilmesi için STEM eğitime yönelik lise öğretmenleriyle birlikte tasarlanmıştır. eSMAC kiti eğitim programındaki farklı konularda gerçek dünya uygulamalarına öğrenci katılımı için kullanılabilir. Bu kitin STEM eğitime bütünleşik bir yaklaşım geliştirebilecek potansiyele sahip olduğunu belirten yazarlar, diğer bir avantaj olarak da eSMAC kitinin birçok okula alınabilecek kadar modüllerinin ucuz olmasını göstermişlerdir. Bu kitin içinde fiziksel özellikler, gerçek dünya uygulamalarının daha derinlemesine anlaşılmasından bir robotun programlanması için kod yazılmasına kadar çeşitli öğrenme çıktıları mevcuttur. Aynı zamanda yazılım açık kodlu olduğundan öğrenciler indirerek istedikleri fonksiyonları ekleyebilir ve değiştirebilirler.

Maker Hareketinin “ömür boyu öğrenme” ve “kendin yap” mantığına sahip bir topluluk olduğunu belirten Taylor (2016) tasarım yapan ve etkinlik temelli öğrenmeyle ilgilenen mühendis, artist ve hobiseverleri birleştirdiğini belirtmektedir. Bu modeli K-12 eğitime entegre ederek Makerspace model laboratuvarlar yoluyla STEM eğitime katılımı artırmaya büyük bir ilgi duyulduğunu belirten yazar, Maker hareketini sınıf eğitime entegre etmeye değer olup olmadığını belirleyen üç kriter olduğunu ifade etmiştir; Makerspaces algıları, maker hareketini 21. yüzyıl öğrenme becerileriyle karşılaştırma ve okul bölge uygulamasının uygulanabilirliği. Son dönemde maker hareketi klasik STEM eğitim modellerine dahil edilmiştir. Maker hareketi yaparak, inşa ederek ve yenilikle öğrenmeyi vurgulamaktadır. Maker’lar Silikon Vadisi’ndeki bilgisayar endüstrisinin ilk günlerindeki gibi meraklılardır ve maker hareketi STEM eğitiminin en iyi uygulamalarına paraleldir. Ayrıca bu hareket eğitim, iş dünyası ve hükümete de yayılmaktadır. Maker hareketi, tamamen insanlarla konuşmaya, bu insanların ne yaptıklarını görmeye ve bir topluluk alanında bir araya gelen fikir çeşitliliğinden beslenmeye dayalı basit bir formüle sahiptir. Öğrencilere sorgulama ve yaratıcılık şansı tanınması, 21. yüzyıl becerilerinin

geliştirilmesi için zorunlu olan hem STEM konularında hem de problem çözme ve işbirliği alanında güçlü altyapısı olan öğrenciler yaratır.

Wells (2016) çalışmada STEM eğitiminin ortaya çıkışını, uygulanması için kavramsal temellerini ve pedagojik yapısını anlatmıştır. STEM eğitiminin ilk olarak 1980'lerde eğitim reformu hareketinde K-12 eğitiminde fen, matematik ve teknolojinin entegrasyonu olarak ortaya çıktığını belirtmektedir. Daha sonra mühendislik işi içine girmiş ve vurgu bu dört disiplinin bütünleştirilmesine kaymış, STEM eğitim reformu olarak bugün bilinen eğitim yaklaşımı doğmuştur. 2006'da bütünleştirici STEM eğitiminin devlet düzeyinde tanınması için içeriği ve itici gücü ön plana çıkmıştır. 2010'da Uluslararası Teknoloji Eğitimi Öğretmenleri Derneği (International Association For Teachers of Technology Education) Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimi Derneği (International Technology and Engineering Educators Association) olarak isim değiştirmiştir. Bu gelişmeyle birlikte bütünleştirici STEM eğitiminde "bütünleştirici" (integrative) kavramına vurgu yapılmıştır. STEM, fen ve matematik eğitimi içerik ve uygulamalarının teknoloji ve mühendislik eğitimi içerik ve uygulamalarıyla öğretilmesini amaçlayan teknolojik ve mühendislik tasarım temelli pedagojik yaklaşımların uygulanmasıdır. Böylece STEM'in öğrencilerin teknolojik ve mühendislik tasarım temelli öğrenmeyle bilgiyi yapılandırmalarını destekleyen pedagojik bir yaklaşım olarak ön plana çıktığı belirtilmektedir.

Beheshti ve diğerleri (2017) STEM disiplinlerinde hesaplamalı düşünme uygulamalarının doğasını daha iyi anlamak için 17 STEM uygulayıcısıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler yapmıştır. Bu görüşmeler matematik ve fen disiplinlerinden 6 akademik fakülte ve STEM disiplinlerinde eğitim gören 9 üniversite öğrencisi, bir post doktora araştırmacısı ve fabrikadan biri ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların uzmanlık alanları fizik, astronomi, biyoloji, fen, kimya, bilgisayar, yer bilimleri, ulaştırma mühendisliği gibi alanları kapsamaktadır. Katılımcılar özellikle lisede eğitim içeriklerine hesaplamalı düşünmeyi ilk elden uygulayan kişiler oldukları için önemlidir. Araştırmacılar görüşmelerden elde ettikleri veriler ile hesaplamalı düşünmeyle ilgili geliştirdikleri sınıflamayı yenileyerek STEM eğitimine giren hesaplamalı düşünme becerilerini belirlemeye çalışmıştır. Katılımcılarla yapılan görüşmelerin analizi sonucunda katılımcıların toplam



hesaplamalı düşünme uygulamalarıyla ilgili 494 örnek verdikleri bulunmuştur. Sınıflamalarına ait tüm bileşenlerin görüşmelerde geçtiğini bulmuşlardır; en çok geçen “veri analizi” (tüm 17 görüşmede) en az geçen “bir sistem hakkında bilgi iletme” (dört görüşmede) öğeleridir. Görüşmelerde en fazla geçen hesaplamalı düşünme uygulamaları ise “veri analizi”, “çözümler bulmak ve test etmek için sayısal modeller kullanma”, “programlama” olarak belirlenmiştir. Hesaplamadan çok deneye dayanan STEM uygulamalarında “veri uygulamaları” daha sık geçmektedir. Araştırmalarda hesaplamanın rolü artırılarak “düşünen sistemler” ve “modelleme ve benzetim uygulamaları”nın daha fazla kullanımı sağlanabilir.

Bell, Morrison-Love, Wooff ve McLain (2017) öğretmenlerin STEM bilgisinin ve pedagojik uygulamalarının direk olarak STEM eğitiminin etkililiğiyle bağlantılı olduğunu ve öğretmenlerdeki eksikliğin öğrencilerde eksikliğe neden olacağını belirtmektedir. Çalışmada araştırmacılar İngiltere ve Wales’te teknoloji tasarım öğretmenlerinin STEM bilgilerini nasıl geliştirdiklerini ve bunu kendi uygulamalarında nasıl kullandıklarını araştırmışlardır. Açıklayıcı türde (explanatory) gerçekleştirilen araştırmada hem tümevarım hem tündengelim yöntemlerinin prosedürlerini birleştiren bir metodoloji kullanılmıştır. Çalışma için belirlenen STEM konuları resmi eğitim programında ortaokul için belirlenen matematik, fizik, kimya, biyoloji, tasarım, teknoloji ve bilgisayar bilimleri alanlarındandır. Çalışma, İngiltere ve Wales’te çalışan onbir uygulamalı tasarım ve teknoloji öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Veriler onbir yarı yapılandırılmış görüşme, iki odak görüşme ve bir geçerlik görüşmesiyle toplanmıştır. Görüşmeler açık, devamlı ve teorik kodlama ile analiz edilmiştir. Araştırma bulguları öğretmenlerin STEM okuryazarlığının geliştirilmesi ve 21. yüzyıl eğitim programlarında teknoloji ve tasarımın bir değer olarak yer almasının sağlanmasını vurgulamaktadır.

Gerber ve diğerleri (2017) sıvı-taşıma robotlarının biyoteknoloji ve yaşam bilimleri için günlük hayatımızda artan bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır. Çalışmada lego mindstorms gibi robotiklerin mekatronik ve programlama alanlarında eğitimi desteklemesine rağmen yaşam bilimleri ile bağlantılarının yeterince yapılmadığı belirtilmektedir. Araştırmacılar bu boşluğu doldurmak amacıyla lego temelli pipet robotlar geliştirmişlerdir. Bu robotlar eğitim ve araştırmalarda fen ve kimya deneylerini destekleyebilecek potansiyele sahiptir. Çalışmada araştırmacılar standart,

düşük maliyetli ev sarf malzemelerini kullanarak ve robot tasarımları modifiye ederek birçok aktivite tasarlamış ve ilkokuldan liseye kadar farklı okul seviyelerinde bu aktiviteleri denemişlerdir. En basit robot Lego Ed. EV3 setinden yapılmaktadır. Araştırmada özellikle ilkokul ve ortaokul öğrencilerinin başarılı olarak yapabilmesi için fen derslerindeki aktivitelerin robot kurma, programlama ve ıslak fen deneylerine ilgi çekici olarak entegre edilebilmesi araştırılmıştır. Değerlendirmeler çalışma kağıtları, son testler, soru kağıtları ve öğrenci aktivitelerinin gözlenmesine dayanmaktadır. Sekiz ilkokul öğrencisi gruplar halinde beş defa 90 dakikalık okul sonrası zamanlarda robotlarla çalışmıştır. Katılımcıların geri bildirimleri ve gözlemler bu faaliyetlerin faydasını onaylamıştır. Gruplar halinde çalışan sekiz katılımcı için iki eğitmen yeterince rehberlik edebilmiş, yanlışları düzeltmiş ve içeriği derinlemesine tartışmalarını sağlamıştır. Katılımcılar motive olmuş ve etkinliklerden zevk almışlardır.

Goy ve diğerleri (2017), STEM'in teknolojik inovasyon için bir anahtar olarak bilindiğini belirtmektedir. Malezyalı kadınların erkeklerle eşit STEM eğitimi aldıklarını ancak birçok STEM alanında yeterince iş bulurken teknoloji ve mühendislik alanlarında yeterince temsil edilmediklerini ifade etmektedir. Malezya Yüksek Öğrenim Müdürlüğünden elde ettikleri verileri analiz eden araştırmacılar, mühendislikte kadınların az temsil edilmesinin sebebini düşük işe alım olarak bulmuşlardır. Böyle bir bulgunun neden kadınların mühendis olarak işe alınmadığı sorusunu da beraberinde getirdiğini ifade eden yazarlar, Malezya'nın fen ve teknoloji gelişiminde yetenekli ve kendine güvenen bir ülke olabilmesi ve STEM'deki cinsiyet eşitliğinin başarılı olabilmesi için politikacı ve eğitimcilerin kadınların bu alanlarda yetersiz temsil edilmesinin sebebini bulmaları gerektiğini belirtmektedir.

Kezar ve Gehrke (2017) bundan 20 yıl önce kimya fakültesinden bilim adamlarının öğrenci başarısının artırılması için yeni yaklaşımlara ihtiyaç olduğunu ileri sürdüklerini belirtmektedir. Bu bilim adamları STEM hakkındaki raporları, devletlerin STEM'e olan ilgilerini ve STEM'in gelişimiyle ilgili belgeleri okuyarak bunun üzerine daha aktif ve grup temelli öğrenmeyi temel alan yeni bir pedagojik yaklaşım geliştirmişler ve test ettiklerinde daha fazla öğrenme kazanımı, kalıcılık ve geçme oranı elde etmişlerdir. Bu yaklaşım üzerine atölyeler, yıllık toplantılar düzenleyen ve bir topluluk kuran bilim adamları zamanla STEM'i şekillendirmeye

ve stratejiler geliştirmeye karar vermişlerdir. Çalışmada yazarlar bu gelişim sürecini anlatmıştır.

Kopcha ve diğerleri (2017) ğrencilerin hesaplamalı düşünme becerilerini geliştirmek için robotları kullanan bir STEM eğitim programını tanıtımıştır. Çalışma iki haftalık robot derslerinin gelişimini temel alan ve teorik bir altyapısı olan Eğitim Tasarımı Araştırma Projesini açıklamaktadır. Araştırmacılar bu programın var olan STEM materyallerindeki eksiklik ve özellikle bütünleşik STEM standartlarına bağlı yeni materyallere duyulan ihtiyaç nedeniyle geliştirildiğini belirtmektedir. Birinci derste öğrenciler bir robot yardımıyla aktif bir volkandan  örnek toplamak için bilim adamlarına yardım etmek üzere görevlendirilmiştir. Senaryo ve görevler kalan beş derste öğrencilerin öğrenmesini kavramsallaştırmak amacıyla kullanılmıştır. İkinci ve nc derste öğrenciler küçük bir robot inşa etmeye ve yaptıkları robot için temel programlama kavramlarını öğrenmeye devam etmişlerdir. Dördüncü ve beşinci dersler robotun bu görevleri tamamlaması için programlanmasında matematik kullanılmasına odaklanmaktadır. Altıncı derste ise öğrenciler robotların tam görevini tamamladıklarını göstermiş ve bunu başarmak için kullanılan genel matematiksel ve bilimsel düşünce ve mühendislik tasarım süreci üzerine sınıfa kısa bir sunum yapmışlardır. 5. sınıf ğretmen ve öğrencilerinden elde edilen verilerin analizi bütünleştirici programın bilişsel gelişimi, öğrencilerin problem çözme becerilerini ve öğretmenlerin uygulamalarını geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Larson ve Murray (2017) bu çalışmada Massachusetts Teknoloji Enstitüsü BLOSSOMS programı kapsamında on ülkede sekiz yıl boyunca edindikleri STEM eğitimi tecrübelerini aktarmaktadır. Çalışmanın amaçları iki tanedir; 1. Dünya genelinde lise sınıfları için STEM video derslerine ücretsiz erişim sağlayan BLOSSOMS programını tanıtımak 2. Ortaokul düzeyinde geleneksel STEM eğitiminde yaşanan sistem problemlerini tahmin etmek ve değişim için tavsiyeler sunmak. BLOSSOMS programı ilk finansman desteğini William ve Flora Hewlett Kurumundan 2008 yılında almıştır ve öncelikli olarak gelişmekte olan ülkelerdeki eğitimcilerle çalışan uluslararası bir program olarak tasarlanmıştır. Videolara ğretmenlerin daha kolay ulaşacağı düşüncesiyle eğitimlerde kullanmak üzere videolar seçilmiştir. BLOSSOMS'un temel amacı bu ülkelerdeki ortaokul ve liselerdeki STEM öğretmenlerini, ezbere eğitim yerine öğrencilerin aktif öğrenme,

problem çözüme ve sorgulama yoluyla STEM konularının gerçek dünya ile bağlantısını kuran yeni bir öğrenme yoluyla tanıştırmaktır. Bu video derslerinin amaçları şunlardır; öğrencilere matematikçi, fenci ve mühendislerin nasıl düşündüğünü göstermek, öğrenme süreçlerinde fenci ve mühendisler gibi hareket etmelerini sağlamak, eleştirel ve yaratıcı düşünmenin gerektirdiği becerileri öğretmek, STEM'in günlük hayatla ilişkisini göstermek, STEM konularının eğlenceli olduğunu göstermek ve dünya genelindeki farklı kültürler için farkındalık geliştirmek.

Amerika Birleşik Devletlerinde STEM ile ilgili lisans derecelerine ilginin azalmasıyla araştırmalar bunun sebeplerini araştırmaya yönelmiştir ve çalışmalar daha çok fen ve matematikle ilgili konularda yoğunlaşmaktadır. Öğrencilerin STEM mesleği seçimleriyle teknoloji ve mühendislikle ilgili faktörleri ilişkilendiren az sayıda çalışma bulunduğunu belirten Lee (2017) bu çalışmasında 10. Sınıf öğrencilerinin matematik sınıflarında bilgisayar temelli öğrenme aktivitelerine katılmalarının STEM branşı seçmelerinde bir etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada öğrenci ve okul değişkenleri kontrol altında tutularak matematik sınıflarındaki bilgisayar temelli öğrenme aktivitelerinin öğrencilerin matematik özyeterlik ve performansları aracılığıyla STEM mesleği seçimleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Veriler ABD'nin Eğitim İstatistikleri Ulusal Merkezi'nin 2002-2006 arası verilerinden elde edilmiştir. Katılımcılar 2006 yılında dört yıllık programlara yeni başlayan üniversite öğrencileridir. Çok katlı yapısal eşitlik modeliyle analiz edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin matematik sınıflarında bilgisayar temelli öğrenme aktivitelerine katılımlarının STEM branşı seçmelerinde pozitif etkisi olduğu bulunmuştur. Öğrencilerin özellikle bilgisayar destekli öğrenme aktivitelerine katılımı STEM branşı seçmelerinde ders tabanlı öğrenme aktivitelerine göre daha fazla etkiye sahiptir. Aynı zamanda öğretmen motivasyonu ile öğrencilerin matematik performansı arasında anlamlı ve önemli ilişkiler olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma matematik sınıflarında bilgisayar temelli öğrenme aktivitelerinin önemini ortaya koymuştur. Ayrıca öğretmen motivasyonunun öğrenci matematik performansındaki önemli etkisinden dolayı, öğretmenlerin motive edilmesinin STEM eğitiminin önemli bir bölümünü oluşturduğu ifade edilmiştir.

Craig, Verma, Stokes, Evans ve Abrol (2018) ebeveynlerin lisans ve lisansüstü öğrencilerinin STEM disiplinlerine ve STEM kariyerlerine girmeleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Katılımcılar iki lisansüstü öğrenci (bir kadın, bir erkek) ve bir lisans öğrencisinden (erkek) oluşmaktadır. Kolay ulaşılabilir örnekleme seçilen ilk iki öğrencinin biri biyoloji ve diğeri fizik STEM öğretmen eğitimi programında, üçüncü öğrenci ise bilgisayar bölümünde öğrenim görmektedir. Araştırmada, anlatı araştırması yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda veriler yorumlandığında, detaylı ve planlı ebeveyn eğitim programının önemi ortaya çıkmıştır. Diğer temalar; öğrenciler ve ebeveynleri arasındaki ilişkiler, sorgulamaya davetler, sorgulama şekilleri, kesinliğin olanaksızlığı ve değişen anlatılar = değişen hayatlardır. Ayrıca aileler tarafından ev ortamında yapılan sorgulama aktivitelerinin öğrencilerin STEM disiplinlerine ve STEM ile ilgili kariyerlere girmelerini sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Kitchen, Sonnert ve Saddler (2018) yüksekokul ve üniversitedeki STEM yaz programlarının öğrencilerin STEM kariyeri hedefleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada, yüksekokul ve üniversiteler tarafından yönetilen lise öğrencilerine yönelik STEM yaz okulu programının etkileri incelenmiştir. Veriler STEM Yetenek Geliştirme Programına katılan 27 yüksekokul ve üniversiteden toplanmıştır. Lise sonrası kariyer programına katılımın lise eğitiminden sonraki kariyer hedefleri üzerindeki etkisi, 845 program katılımcısı ve 15.002 kişiden oluşan kontrol grubunun oluşturduğu bir örneklem kapsamında incelenmiştir. Veri analizinde lojistik regresyon modellemesi yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, bu programlara katılan öğrencilerin bir STEM kariyerini isteme ihtimalinin diğerlerinin 1.4 katı olduğunu göstermiştir. Kontrollerle karşılaştırıldığında, STEM'in gerçek dünya ilgisini deneyimleyen öğrencilerin STEM kariyeri hedefleme isteğinin 1,8 kat fazla olma ihtimali olduğu ortaya çıkmıştır. Bulgular, STEM yaz programlarını artırmanın ve STEM'in gerçek hayattaki yerini gösterecek programları dikkatli bir şekilde tasarlanmanın daha fazla öğrenciyi STEM kariyerine devam etmek için ilham vermede etkili bir strateji olabileceğini göstermektedir.

Mullet, Kettler ve Sabadini (2018) üstün yetenekli öğrencilerin lisede gördükleri STEM eğitimi algılarını araştırmak için bir çalışma yürütmüştür. Katılımcılar büyük bir araştırma üniversitesindeki yedi erkek ve kadın birinci sınıf öğrencisinden

oluşmaktadır. Görüşmeler öğrencilerin lisedeki STEM eğitimlerini nasıl kavramsallaştırdıklarını ortaya koymuştur. Fenomenografik yaklaşımın kullanıldığı araştırmada veriler tümevarımsal olarak analiz edilmiştir. Bulgular, altı temel kategoriden oluşmuştur; STEM öğrenme ortamları, kurumsal destekler, sosyal destekler, öğretmen nitelikleri, öğrenmeye aktif katılım ve öğrencilerin kendi STEM yetenekleri hakkında kendi algıları.

Thibaut, Knipprath, Dehaene ve Depaepe (2018) öğretmenlerin tutumlarının ve okul bağlamının bütünlük STEM eğitimi uygulamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırmada STEM eğitime öğretmen tutumu ve okul bağlamının etkisini yapısal eşitlik modellemesiyle incelenmiştir. Uygulamayı etkileyen faktörler hakkında daha derinlemesine bir anlayış elde etmek amacıyla bütünlük STEM eğitimi için genel bir ölçü kullanmak yerine beş özellik (entegrasyon, problem merkezli, sorgulamaya dayalı, tasarım tabanlı ve işbirlikçi öğrenme) incelenmiştir. Araştırma sonucunda ortaya çıkan bulgular şunlardır; her bir STEM özelliği için öğretmenlerin tutumları, öğretimsel uygulamalarla pozitif olarak bağlantılıdır. Ayrıca, okul bağlamının farklı yönleri, öğretim uygulamalarını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda STEM ile ilgili yurtiçinde yapılan çalışmaların yurtdışında yapılan çalışmalara oranla daha yeni ve sayıca daha az olduğu görülmektedir. Yurtdışında STEM eğitiminin ortaya çıkışı daha eskilere dayandığı için bu alanda yapılan çalışmalar da eskilere dayanmaktadır. Ayrıca yurtdışında STEM'e yönelik sayıca çok fazla yapılması dikkat çekmektedir. Araştırma konularının ise STEM eğitiminin akademik başarıya etkisi (McDonald, 2016; Öner ve Capraro, 2016; Öner ve diğerleri, 2014; Öner ve diğerleri, 2016); STEM eğitiminde materyal tasarlama (Quang ve diğerleri, 2015; Susilo ve diğerleri, 2016), öğrencilerin STEM kariyeri hedefleri ve STEM branşı seçme üzerindeki etkili olan faktörler (Craig ve diğerleri, 2018; Kitchen ve diğerleri, 2018; Lee, 2017), STEM eğitiminde hesaplamalı düşünme becerilerinin gelişimi (Beheshti ve diğerleri 2017; Kopcha ve diğerleri, 2017), robotikler (Gerber ve diğerleri, 2017; Kim ve diğerleri, 2015) gibi birçok alana yönelik olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Yapılan çalışmalar STEM'le ilgili gelişimi ve gelinen son noktayı göstermesi bakımından önemlidir. İlgili literatür STEM eğitiminin düzenli olarak geliştiğini göstermektedir. Yurtiçinde yapılan çalışmalarda ise öğrencilerin ve öğretmen

adaylarının akademik başarı, motivasyon, bilimsel süreç becerileri, STEM ile ilgili tutumları, algıları ve bilgi düzeyleri, meslek ilgisi (Baran ve diğerleri, 2015; Çevik, 2018; Delice ve diğerleri, 2015; Karahan ve diğerleri, 2015; Yamak ve diğerleri, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017) incelenmiştir. Yurtiçinde yapılan çalışmalarda eğitim programlarına tasarım temelli yöntemlerin entegrasyonuna yönelik yapılan çalışmalar da literatürde mevcuttur (Altan ve diğerleri, 2015; Baran ve diğerleri, 2016). Ayrıca STEM eğitime yönelik ölçme araçlarının geliştirildiği çalışmaların da var olduğu görülmektedir (Buyruk ve Korkmaz, 2014; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016). Bu çalışmada STEM eğitiminin öğretmen adaylarının akademik başarı, STEM farkındalık, matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç, problem çözme becerileri, proje geliştirme gibi birçok alandaki gelişimlerine etkilerinin incelenmesi ve çok yönlü bir bakış açısı sunulması, STEM eğitiminin deneysel sonuçlarını göstermesi bakımından önemli olduğu ve STEM ile ilgili yurtiçinde gerçekleştirilen çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### III. YÖNTEM

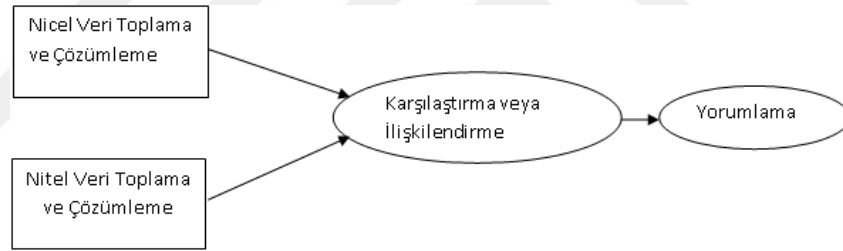
Araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Sosyal bilimlerde, karma yöntem aynı araştırmada farklı yöntemlerin birarada kullanılarak her bir yöntemin zayıflık ve sınırlılıklarının giderilmesi için bir strateji olarak tanımlanırken (Brewer ve Hunter, 1989), Johnson ve Onwuegbuzie (2004) nitel ve nicel yöntemlerin doğal tamamlayıcısı olarak karma yöntemi göstermiştir. Karma yöntem araştırması, çoklu bakış açıları kullanarak sosyal dünyamıza daha derinlemesine anlama sağlayan ve klasik çeşitleme yaklaşımındaki gibi daha yüksek geçerlilik, güvenilirlik ve az bilinen önyargılarla daha savunulabilir anlama sağlayan bir yaklaşımdır (Greene, Kreider ve Mayer, 2005). Karma yöntem araştırmasının temel varsayımı nitel ve nicel araştırma yaklaşımlarının bir araya getirilmesinin bu yaklaşımlardan herhangi birine nazaran araştırma problemine yönelik daha kapsamlı bir anlayış sağlayacağı düşüncesidir (Creswell ve Plano Clark, 2014). Karma yöntem araştırmalarının temel amaçları; çeşitleme (aynı konuda farklı yöntemler kullanarak doğrulama veya çakışmaları araştırma), tamamlayıcılık (bir yöntemin sonuçlarını diğer yöntemden elde edilen sonuçlarla detaylandırma, geliştirme, illüstrasyon ve açıklama), başlatma (araştırma sorusunun yeniden düzenlenmesine neden olacak çelişki ve paradoksları keşfetme), geliştirme (bir yöntemin bulgularını diğerini açıklamak için kullanma) ve genişletme (farklı yöntemler ve araştırma bileşenleri kullanarak araştırmanın genişletilmesinin araştırılması) olarak ifade edilmektedir (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). “Karma yöntem yaklaşımında araştırmacı, yalnızca nicel ya da nitel veri kullanmaktansa farklı veri türlerini toplamanın bir araştırma probleminin tam olarak anlaşılmasına daha iyi katkıda bulunacağı görüşünden hareketle çalışmasını yapılandırır” (Creswell, 2016, s. 19). Bu araştırmada nicel verilere ek olarak nitel veriler yoluyla araştırmaya daha kapsamlı bir bakış açısı geliştirilmesi amaçlanmıştır.

#### 3.1 Araştırmanın Modeli

Araştırmanın yöntemini oluşturan karma yöntem “bir araştırma içinde nicel ve nitel araştırma verilerinin birleştirilmesini ve bütünleştirilmesini” gerektirmektedir

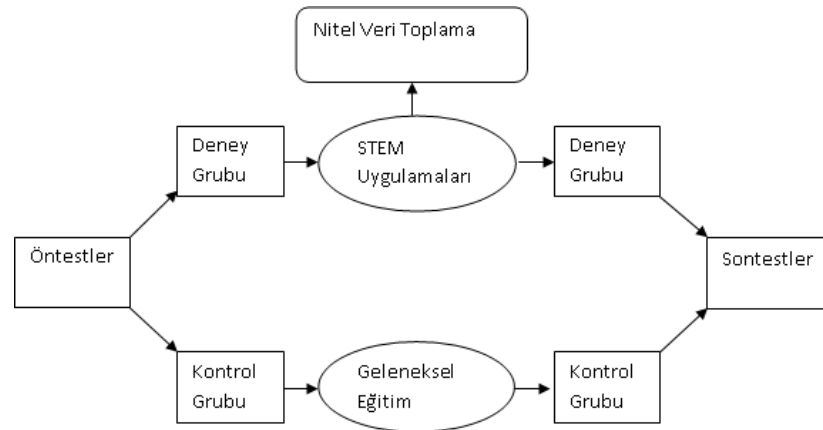


(Creswell, 2016, s. 14). Bu çalışmada araştırma probleminin çok yönlü incelenmesi ve kapsamlı olarak analiz edilmesi, sonuçların anlaşılabilirliğinin artırılması ve güçlendirilmesi amacıyla nicel verilere ek olarak nitel veriler toplanmıştır. Nicel verilerle eşzamanlı olarak toplanan nitel veriler ayrı ayrı analiz edilmiş daha sonra ilişkilendirilerek birlikte yorumlanmıştır. Bu nedenle araştırmanın desenini yakınsayan paralel desen olarak nitelendirmek mümkündür. Yakınsayan desen, eş zamanlı nicel ve nitel veri toplama, ayrı nicel ve nitel analizler ve sonrasında iki veri grubunun birleştirilmesiyle oluşur. Bu desende araştırma problemine ilişkin kapsamlı bir analiz yapılmasına zemin oluşturması için, araştırmacının nicel ve nitel veriyi birleştirdiği ya da kaynaştırdığı karma yöntem desendir (Creswell ve Plano Clark, 2014). “Bu desende veri toplama hem nicel hem nitel veriyi eş zamanlı olarak toplamayı, bilgileri ayrı ayrı analiz etmeyi ve son olarak bu veriyi eş zamanlı olarak birleştirmeyi kapsar” (Yaman, 2014, s. 193). Çalışmaya ait prototip model Şekil 2’deki gibidir (Creswell ve Plano Clark, 2014, s. 77).



Şekil 2: Yakınsayan Desen Prototip Modeli

Çalışmanın modeli ise Şekil 3’teki gibi ifade edilebilir;



Şekil 3: Çalışmanın Modeli

### 3.1.1 Nicel Bölüm

Araştırmanın nicel kısmı deneysel olarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel desen, neden-sonuç ilişkisini çalışmak için var olan en güçlü yöntem olarak bilinmektedir (Fraenkel ve Wallen, 1996). Araştırmada gerçek deneysel desenlerden “öntest-sontest kontrol gruplu eşleştirilmiş seçkisiz desen” kullanılmıştır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011; Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Deneysel bir çalışmada gruptaki bireylerin eşdeğer olma olasılığını artırmak amacıyla birey çiftleri belirli değişkenler üzerinde eşleştirilebilir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Bu şekilde deney ve kontrol gruplarının denk olma olasılığını artırılabilmesi için önceki araştırma sonuçları, kuramlar, araştırmacı deneyimleri, uzman görüşleri ya da öntest puanları dikkate alınarak denek çiftleri oluşturulur. Daha sonra bu çiftlerdeki denekler seçkisiz olarak deney ve kontrol gruplarına atanır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2011). Öntest ölçümleri grupları eşleştirmek için kullanıldığında bu tasarım daha etkili bir yöntem haline gelmektedir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Bu çalışmada öntest ölçümleri sonuçlarına göre öğretmen adayları eşleştirilmiş, çiftler rasgele olarak deney ve kontrol gruplarına atanmış ve böylece yansız bir biçimde birbirine denk iki grup oluşturulmuştur. Daha sonra rastgele olarak bu gruptan biri deney, diğeri kontrol grubuna atanmıştır. Uygulanan deneysel desenin simgesel gösterimi Tablo 3’deki şekildedir (Fraenkel ve diğerleri, 2012).

Tablo 3: Öntest-Sontest Eşleştirilmiş Kontrol Gruplu Seçkisiz Desen Modeli

Grup		Öntest	İşlem	Sontest
D (Deney)	M <sub>R</sub>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>3</sub>
K (Kontrol)	M <sub>R</sub>	O <sub>2</sub>	C	O <sub>4</sub>

D: Deney Grubu

K: Kontrol Grubu

M<sub>R</sub>: Eşleştirilmiş gruptaki her bireyin deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atanmış olması

X: Deneysel işlemler (STEM eğitimi uygulamaları)

C: Kontrol grubu işlemleri

O<sub>1</sub> ve O<sub>2</sub>: Öntest Uygulaması

O<sub>3</sub> ve O<sub>4</sub>: Sontest Uygulaması

### **3.1.2 Nitel Bölüm**

Araştırmanın nitel verileri görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Patton (1990)'a göre görüşme, bir bireyin iç dünyasına girmek ve onun bakış açısını anlamak amacıyla yapılır. Görüşmeler aynı zamanda insanların gözlemleyemediğimiz davranışlarını, duygularını veya etraflarındaki dünyayı nasıl ifade ettiklerini öğrenmek için de gereklidir. Geçmişte yaşanmış ve tekrar etmeyecek olaylar öğrenilmek istendiğinde görüşme yoluna başvurulması gereklidir (Merriam, 2013). Bu nedenle deneysel çalışma esnasında katılımcıların bakış açılarını ve gelişimlerini takip edebilmek amacıyla nitel veri toplamanın temel yöntemlerinden olan görüşmeye başvurulmuştur.

### **3.2 Çalışma Grubu**

Araştırma 2016-2017 eğitim yılı bahar döneminde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait izinler Ek 13 ve Ek 14'te sunulmuştur. Çalışma grubu ise bu eğitim yılında sınıf öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 46 öğretmen adayından oluşmaktadır. "Nitel araştırmalar, katılımcı sayısı bakımından çok fazla insan veya bölge seçmek yerine, çalışmada inceleyeceği temel fenomen veya kavram hakkında derinlemesine bilgi edinebileceği küçük bir grup belirler ve verileri bunlardan toplar" (Creswell ve Plano Clark, 2014, s. 186). Bu nedenle araştırmanın nicel kısmına 1. sınıf B grubunda bulunan öğretmen adaylarının tamamı katılmıştır. Ancak araştırmanın nitel boyutunda görüşmeler her bir etkinlikten sonra dört olmak üzere, deney grubundaki toplam 20 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler için öğretmen adaylarının seçiminde amaçlı örneklem yöntemlerinden ölçüt örnekleme göre çalışmalara aktif olarak katıldıkları gözlenen öğretmen adayları seçilmiştir. Ayrıca her etkinlikten sonra birbirinden farklı öğretmen adayları seçilerek uygulamalar sonunda olabildiğince fazla öğretmen adayının görüşlerini almak hedeflenmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarına ait bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Deney ve Kontrol Grubunda Bulunan Öğretmen Adaylarına ait Bilgiler

	Kız		Erkek		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
Deney Grubu	18	78	5	22	23	50
Kontrol Grubu	16	70	7	30	23	50
Toplam	34	74	12	26	46	100

Tablo 4’te görüldüğü üzere deney grubunda 23 ve kontrol grubunda 23 olmak üzere çalışmaya toplam 46 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcıların 34’ü kız (% 74) ve 12’si erkektir (% 26).

### 3.3 Veri Toplama Araçları

Çalışmada kullanılan nicel veri toplama araçları Matematik Başarı Testi (MBT), FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ), Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği (MPÇİİÖ), Problem Temelli Çalışma Kağıtları (PTÇK)’nın değerlendirilmesi için dereceli puanlama anahtarı ve proje ödevlerinin değerlendirilmesi için dereceli puanlama anahtarıdır. Ayrıca nitel olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler ile veri toplanmıştır. Veri toplama araçları ve çalışmada uygulama zamanları Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5: Çalışmada Kullanılan Veri Toplama Araçları

Veri Toplama Araçları	Çalışmada Uygulanması
Matematik Başarı Testi	Öntest- Sontest
FeTeMM Farkındalık Ölçeği	Öntest- Sontest
Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği	Öntest- Sontest
Problem Temelli Çalışma Kağıtlarının Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı	Etkinlikler Esnasında
Proje Ödevlerinin Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı	Her Etkinlik Sonunda
Görüşme Formu	Her Etkinlik Sonunda

#### 3.3.1 Nicel Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan nicel veri toplama araçları olan MBT, FFÖ, MPÇİİÖ ve PTÇK ve projelerin değerlendirilmesi için dereceli puanlama anahtarlarına ait özellikler bu bölümde açıklanmıştır.

##### 3.3.1.1 Matematik Başarı Testi (MBT)

Deneysel çalışma kapsamında geliştirilen STEM etkinlikleri, Sınıf Eğitimi lisans Temel Matematik II dersine ait konulardan trigonometri, koordinat sistemi ve katı

cisimlerin alan hacimleri konularına yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu nedenle sınıf öğretmeni adaylarının bu üç konuya yönelik akademik başarı düzeylerini belirleyebilmek için araştırmacı tarafından “Matematik Başarı Testi” geliştirilmiştir. Test geliştirilirken şu adımlar izlenmiştir (Turgut ve Baykul, 2012);

- a) Testin hangi amaçla kullanılacağına belirlenmesi,
- b) Testle ölçülecek davranışların saptanması,
- c) Maddelerin yazılması,
- d) Maddelerin gözden geçirilmesi,
- e) Deneme formunun hazırlanması,
- f) Deneme uygulanmasının yapılması,
- g) Deneme uygulaması cevap kağıtlarının puanlanması, madde analizi ve madde seçimi,
- h) Nihai testin oluşturulması ve istatistiklerinin kestirilmesi.

Araştırma kapsamında öncelikle başarı testinin puanlarının hangi amaçla kullanılacağı belirlenmiştir. STEM eğitimi ders planları Temel Matematik II dersinin katı cisimlerin alan hacimleri, trigonometri ve koordinat sistemi olmak üzere üç konusunu kapsadığı için başarı testi ile sınıf öğretmeni adaylarının bu üç konuya yönelik başarılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Temel Matematik II kitapları doğrultusunda konuların alt başlıkları çıkarılmış ve kazanımlar belirlenmiştir. Ayrıca STEM etkinlikleri ile öğrencilere kazandırılması planlanan disiplinlerarası beceriler belirlenerek ders planlarının kazanımları olarak ifade edilmiştir. Daha sonra bu kazanımların düzeylerini belirlemek amacıyla başarı testi için bir belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tablosunun oluşturulmasında Krathwohl (2002) tarafından hazırlanan taksonomi kullanılmıştır. Oluşturulan belirtke tablosu Ek 1’de yer almaktadır.

Sorular hazırlandıktan sonra oluşturulan testin taslağı için öncelikle matematik alanında çalışan uzman görüşüne başvurulmuştur. Konu alanı uzmanlarından alınan

görüşler doğrultusunda sorular üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Maddelerin düzeltilmesinin ardından oluşturulan başarı testine ait deneme formu sınıf öğretmeni adaylarından 2, 3 ve 4. sınıfa devam eden 153 öğretmen adayına uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının doğru cevapları 1, yanlış cevapları 0 olarak puanlanarak toplam puanlar hesaplanmıştır. Öğretmen adaylarına uygulanan başarı testinden elde edilen verilere ait madde ve test istatistikleri hesaplanarak başarı testine son şekli verilmiştir. Madde analizi yapılırken madde güçlüğü ve madde ayırtediciliği hesaplanmıştır. Ardından başarı testinin KR-20 iç tutarlık katsayısı hesaplanmıştır.

Madde güçlük indeksi, testi alan gruptaki bireylerin maddeyi doğru olarak cevaplandırma yüzdesi yani maddeyi doğru cevaplayanların testi alanların sayısına oranıdır (Turgut ve Baykul, 2012). Madde güçlük indeksi sıfıra yaklaştıkça madde zor, bire yaklaştıkça madde kolaydır ve 0.50 civarında olması istenen bir durumdur.

Madde ayırt edicilik indeksi, bir maddenin başarı düzeyi yüksek öğrencilerle başarı düzeyi düşük öğrencileri ayırt etme derecesidir (Bayrakçeken, 2012). Madde ayırtıcılık indeksi -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Madde ayırt edicilik indeksleri şu sınırlara göre değerlendirilebilir (Tekin, 1996).

0,40 ve üstü: Çok iyi madde

0,30 – 0,39: İyi bir madde. Yine de geliştirmek için üzerinde düşünülebilir.

0,20 – 0,29: Bu durumdaki maddeler genel olarak düzeltilmeye ve geliştirilmeye muhtaçtır.

0,19 ve daha küçük: Çok zayıf maddeler. Bu türlü maddeler eğer düzeltmelerle geliştirilemiyorsa testten kesinlikle çıkarılması gerekir.

Bayrakçeken (2012) ise ayırt edicilik indeksinin ise 0,30'dan yüksek olmasının istenen bir durum olduğunu belirtmiştir. Madde analizinden elde edilen sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6: Matematik Başarı Testine ait Madde Analizi Sonuçları

Madde Numarası	Güçlük Katsayısı	Ayırt Edicilik Katsayısı	Madde Numarası	Güçlük Katsayısı	Ayırt Edicilik Katsayısı
Madde 1	0,56	0,59	Madde 12	0,57	0,41

Madde 2*	0,73	0,29	Madde 13	0,76	0,44
Madde 3	0,52	0,37	Madde 14	0,74	0,37
Madde 4	0,55	0,51	Madde 15	0,59	0,63
Madde 5	0,45	0,51	Madde 16	0,65	0,56
Madde 6	0,62	0,61	Madde 17	0,56	0,78
Madde 7	0,77	0,46	Madde 18	0,62	0,66
Madde 8	0,68	0,39	Madde 19	0,54	0,59
Madde 9	0,40	0,46	Madde 20	0,65	0,61
Madde 10	0,71	0,44	Madde 21	0,50	0,46
Madde 11	0,62	0,56	Madde 22	0,52	0,51

Yapılan madde analizi sonucu testte yer alan ikinci madde dışındaki tüm maddelerin ayırt edicilik katsayılarının 0,30 ve üzerinde oldukları yani oldukça iyi ve çok iyi madde oldukları görülmektedir. Yalnızca ikinci maddenin ayırt edicilik katsayısı 0,30'un altındadır. Maddelerin güçlük katsayıları incelendiğinde ise birçok maddenin orta güçlüğü yakın olduğu görülmektedir. 0,20 ile 0,80 arasında olması kabul edilebilir bir düzey olduğu için (Bayrakçeken, 2012) madde güçlüklerinin kabul edilebilir aralıkta yer aldıkları görülmektedir. Yalnızca ikinci maddenin ayırt ediciliği düşük ve diğerlerine göre kolay bir madde olduğu için testten çıkarılmış, kalan 21 madde teste alınmıştır.

Akademik başarı testinin güvenilirlik düzeyini hesaplamak amacıyla testteki maddelerin iç tutarlılık ölçüsünü veren KR-20 katsayısı hesaplanmıştır. KR-20 katsayısının yüksek çıkması hem testin güvenilirliğinin yüksek olduğunu hem de testle ölçülen özelliğin tek boyutlu olduğunu gösterir (Turgut ve Baykul, 2012). Geliştirilen MBT'nin KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0,91 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan güvenilirlik katsayısı; test sonuçlarının güvenilir olduğunu göstermektedir. Matematik başarı testinden alınabilecek en yüksek puan 21, en düşük puan 0'dır. Matematik başarı testi Ek 2'de sunulmuştur.

### **3.3.1.2 Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği (MPÇİİÖ)**

Çalışmada STEM eğitiminin öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin inançları üzerindeki etkisini belirlemek için Kloosterman ve Stage (1992) tarafından geliştirilen ve Hacıömeroğlu (2011) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği kullanılmıştır. Çalışmada tüm ölçeğe ait iç tutarlılık katsayısı ise 0,768 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin Türkçe'ye

uyarlanmış halinde yer alan faktörler; matematiksel beceri, matematiğin yeri, problemi anlama, matematiğin önemi ve problem çözme becerisidir. Bu faktörlere ait ölçek maddeleri ise, matematiksel beceri 28, 29, 27, 26, 30, 25 numaralı maddeler, matematiğin yeri 36, 35, 34, 18, 16, 24 numaralı maddeler, problemi anlama 2, 1, 3, 13, 14 numaralı maddeler, matematiğin önemi 32, 31, 33 numaralı maddeler ve problem çözme becerisi 20, 21, 19, 22 numaralı maddelerdir. Ölçeğin bu çalışmadaki Cronbach  $\alpha$  katsayısı 0,87 olarak bulunmuştur. MPCİİÖ, Ek 3’de yer almaktadır.

### **3.3.1.3 FeTeMM Farkındalık Ölçeği (FFÖ)**

Çalışmada STEM eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının STEM farkındalık düzeylerine etkisini ölçmek amacıyla Buyruk ve Korkmaz (2014) tarafından geliştirilen FeTeMM Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Yapılan madde analizleri sonucunda ölçekte kalan 17 maddenin alt faktörlerinden “Olumlu Bakış” adını alan faktör 12 maddeden ve “Olumsuz Bakış” adını alan faktör 5 maddeden oluşmaktadır. Ölçekte yer alan maddeler “kesinlikle katılmıyorum” ile “kesinlikle katılıyorum” arasında değişen beşli likert tipinde puanlandırılmıştır. Ölçeğin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı ise 0,927 olarak belirlenmiştir. FeTeMM Farkındalık Ölçeği’nin bu çalışmadaki Cronbach alfa iç tutarlık katsayısı 0,81 olarak hesaplanmıştır. FFÖ, Ek 4’te sunulmuştur.

### **3.3.1.4 Problem Temelli Çalışma Kağıtlarının (PTÇK) Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı**

Uygulamalar kapsamında her hafta ilgili matematik konusunun anlatılmasının hemen ardından öğretmen adaylarına çözmeleri için o konuyla ilgili bir problem durumu verilmiştir. Problem temelli çalışma kağıtları geliştirilirken problemlerin matematik konusu ile o konuyla ilgili mühendislik sürecini birleştirmesine dikkat edilmiştir. Bu nedenle problemler geliştirilirken etkinliğin hedefi olan mühendislik görevini matematik konusu ile birleştiren problem durumları yazılmıştır. Her etkinlikle ilgili hazırlanan PTÇK matematik alanında uzman görüşüne sunulurken gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda düzeltilen çalışma kağıtları ilgili konunun anlatılmasından hemen sonra uygulanmıştır. Pilot uygulamalarda ön uygulaması yapılan PTÇK gerekli düzeltmeler yapılarak asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Öğretmen adaylarının işbirlikli öğrenme gruplarıyla öncelikle o problemi çözmeleri ardından onlardan beklenen mühendislik tasarım görevini



gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Böylece gerçekleştirmeleri beklenen mühendislik görevini konuyla bağlantılı olarak görmeleri, anlatılan matematik konusuyla mühendislikteki karşılığını verilen problemle zihinlerinde bütünleştirmeleri ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesi sağlanmıştır. Hazırlanan problem temelli çalışma kağıtları Ek 5'te sunulmuştur. Problem temelli çalışma kağıtları dereceli puanlama anahtarı (rubrik) ile değerlendirilmiştir. Rubrik geliştirilirken ilgili literatür ve çalışmalar incelenmiştir. Polya (1997) tarafından geliştirilen problem çözme basamakları dikkate alınarak rubrikte yer alan puanlama becerileri belirlenmiştir. Problem çözme becerilerinin değerlendirilmesinde 0-2 puan arasında değişen ve dört beceriden oluşan bir puanlama sistemi benimsenmiştir. Rubrikten alınabilecek maksimum puan 8, minimum puan 0'dır. Matematik alanındaki uzmanların görüşüne sunulan dereceli puanlama anahtarı gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra son hali ile puanlamada kullanılmıştır (Ek 6).

### ***3.3.1.5 Proje Ödevlerinin Değerlendirilmesi için Dereceli Puanlama Anahtarı***

Deney grubunda gerçekleştirilen her STEM etkinliğinden sonra öğretmen adaylarına tasarım temelli bir proje ödevi verilmiştir. Proje ödevleri, o hafta işlenen matematik konusu ile fen, teknoloji ve mühendislik konularını kapsayan ve o hafta öğrenilen teknoloji bilgisini de içeren konulardan oluşmaktadır. STEM uygulamaları kapsamında gerçekleştirilen dört etkinliğin her birinin bitişinde, derste işlenen problem temelli etkinliğin devamı niteliğinde tasarım konulu toplam dört tane olmak üzere proje ödevleri verilmiştir. Bu projelerle öğretmen adaylarının hem o matematik konusunu daha iyi kavramaları hem de gerçekleştirilen STEM etkinliğini tekrar ederek pekiştirmeleri hedeflenmiştir. Proje ödevleri öğretmen adaylarının oluşturduğu işbirlikli öğrenme gruplarına grup ödevi olarak verilmiş ve genel olarak 15 gün içinde tamamlamaları istenmiştir. Proje ödevleri grup ödevleri şeklinde teslim edilmiştir. Proje ödevlerinin değerlendirilmesi için ilgili literatür ve MEB kaynak kitapları incelenerek bir dereceli puanlama anahtarı geliştirilmiştir. Proje ödevleri tasarım temelli olduğu için puanlama anahtarı da teknoloji tasarım kitapları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Proje ödevlerinin değerlendirilmesi için geliştirilen puanlama anahtarı genel özellikler, eğitsel özellikler ve tasarım özellikleri olmak üzere üç temel alandan oluşmaktadır. Yetersiz (0 puan), yeterli (1 puan) ve nitelikli (2 puan) olmak üzere üçlü puanlama sistemi benimsenmiştir ve alınabilecek en yüksek puan

52 puandır. Geliştirilen puanlama anahtarı teknoloji tasarım öğretmenlerine uzman görüşüne sunularak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Geliştirilen dereceli puanlama anahtarı Ek 7’de sunulmuştur.

### 3.3.2 Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırmanın nitel veri toplama aracı olan görüşme formuna ilişkin bilgiler bu bölümde sunulmuştur.

#### 3.3.2.1 STEM Eğitime Yönelik Görüşme Formu

Öğretmen adaylarının uygulanan etkinliklere yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından STEM eğitime yönelik görüşme formu geliştirilmiştir. İlgili literatür tarandıktan sonra taslak görüşme soruları hazırlanmıştır. Öğretmen adaylarının problem temelli etkinliklere, STEM eğitime ve eğitim ortamında ortaya çıkan 21. yüzyıl becerilerine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla geliştirilen görüşme formu uzman görüşüne (matematik ve fen alanında) sunularak tekrar düzenlenmiştir. Her bir sorunun cevaplanmasında yol gösterici olması için görüşme soruları alternatif sorularla desteklenmiştir. Ardından öğretmen adaylarıyla pilot uygulama yapılmış ve soruların eksik ve anlaşılmayan kısımları düzeltilerek görüşme formuna son şekli verilmiştir. Görüşme formunun son hali Ek 8’de bulunmaktadır. Görüşmeler her bir etkinlikten sonra araştırmacının ofisinde gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık olarak 25-30 dakika süren görüşmeler ses kayıt cihazı kullanılarak kayıt edilmiştir. Daha sonra bilgisayarda transkript edilerek analiz edilmiştir.

### 3.4 İşlem Basamakları

Çalışma 2016 – 2017 eğitim yılı bahar döneminde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar Sınıf Öğretmenliği 1. sınıftaki Temel Matematik II dersinde yapılmıştır. Çalışmaya ait zaman çizelgesi Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7: Çalışmaya ait Zaman Çizelgesi

Uygulama Planı		
	Tarih	Etkinlikler
1. Hafta	13-17.02.2017	Öntestler
2. Hafta	20-24.02.2017	1. Etkinlik- Bina Modelleme
3. Hafta	27-03.03.2017	1. Etkinlik
4. Hafta	06-10.03.2017	2. Etkinlik-Teodolit Tasarımı
5. Hafta	13-17.03.2017	2. Etkinlik

---

6. Hafta	20-24.03.2017	3. Etkinlik- Simülasyon Tasarımı
7. Hafta	27-31.03.2017	3. Etkinlik
	03-07.04.2017	Arasınnav Haftası
8. Hafta	10-14.04.2017	4. Etkinlik- Oyun Tasarımı
9. Hafta	17-21.04.2017	4. Etkinlik
10. Hafta	24-28.04.2017	4. Etkinlik
11. Hafta	01-05.05.2017	4. Etkinlik
12. Hafta	08-12.05.2017	Sontestler

---

### 3.4.1 Etkinlikler ve Geliştirilmesi

STEM eğitiminde öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının disiplinlerarası ilişkilerini görerek öğrenmesi sağlamak amacıyla farklı eğitim yöntemleri kullanılabilir. Literatürde STEM ile ilgili çalışmalarda mühendislik tasarım (Sungur Gül ve Marulcu, 2014), robotik (Chung, Cartwright ve Cole, 2014), etkinlik temelli öğretim (VanMeter-Adams ve diğerleri, 2014), simülasyonlarla öğretim (Surra ve Litowitz, 2015), stratejik düşünme ve görsel anlatım (Abdullah, Halim ve Zakaria, 2014) gibi farklı yaklaşımların kullanıldığı görülmektedir. STEM eğitimi uygulamalarında geleneksel öğrenme yöntemleri yerine günlük hayat örnekleri üzerinden araştırmaya dayalı ve proje tabanlı öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır (Breiner ve diğerleri, 2012). Bu çalışmada ise STEM temelli etkinliklerde probleme dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme ve mühendislik tasarım yöntemleri kullanılmıştır. Etkinliklerde yer alan problemlerin özellikle matematik, fen ve mühendislik bağlantısı içeren problemler olmalarına ve teknoloji bilgisi içermelerine dikkat edilmiştir.

Temel Matematik II dersi kapsamında sınıf öğretmenlerine anlatılacak konular ve ders içerikleri belirlenirken Yüksek Öğretim Kurumu'nun (YÖK) Sınıf Öğretmenliği lisans programında bu ders için hazırlanmış olduğu ders içeriği ve KPSS konu alanları esas alınmıştır. Dersler başlamadan önce anlatılacak ders içerikleri ve sorular belirlenmiş ve dersler esnasında pilot uygulamanın yapıldığı A grubu ve B grubuna ait deney ve kontrol gruplarında aynı içerik ve sorular uygulanmış, gruplar arasında eşitlik olmasına dikkat edilmiştir.

Etkinliklerin geliştirilmesi şu şekilde gerçekleşmiştir. Öncelikle literatür taraması yapılmış, bu alandaki çalışmalar, ders planları, yapılan etkinlikler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca teknik meslek liseleri, mühendislik fakültelerinin ders

programları ve ders içerikleri de incelenmiştir. Daha sonra inşaat, bilgisayar, kimya gibi farklı mühendislik alanlarında çalışan öğretim üyeleri ziyaret edilerek Temel Matematik II dersinde yer alan konuların mühendislikte nerelerde ve hangi alanlarda kullanıldığı, bunlarla ilgili yapılan çalışmalar konusunda görüşmeler yapılmıştır. Tüm bu süreç sonunda elde edilen veriler doğrultusunda ders planları geliştirilmiş ve uzman görüşüne (mühendislik, matematik ve fen alanlarında) sunulmuştur. Tüm etkinlikler uzman görüşleri (fen, matematik ve mühendislik alanlarında çalışan) doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir. Etkinlikler ilgili matematik konusuna ilişkin hem bir problem durumu hem de bir mühendislik tasarım görevi içermektedir. Çünkü mühendislik tasarım sürecinde tek bir yöntem yoktur, süreç genel olarak bir problemin varlığı ile başlar, problemin çözümü için en iyi yol bulunur, tasarım yapılır ve bu tasarım test edilerek süreç tamamlanır (Khandani, 2005). Bu şekilde hem öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, hem de o konuyla ilgili mühendislik tasarımı gerçekleştirerek konunun mühendislikle ilişkisini net olarak görmeleri hedeflenmiştir. Mühendislik tasarım sürecinde Mentzer (2011) tarafından geliştirilen tasarım süreci uygulama adımları kullanılmıştır; problemin tanımlanması, çözümler, analiz/modelleme, deneme, karar verme, takım çalışması. Uzman görüşleri doğrultusunda planlarda gerekli düzeltmeler, fazla ayrıntı olan yerlerde kısaltmalar yapılarak etkinliklere son şekli verilmiştir. Son şekli verilen etkinliklerin STEM eğitim yaklaşımına uygunluğunu teyit etmek için özellikle STEM eğitimi alanında çalışan öğretim elemanlarına etkinlikler tekrar sunulmuş ve son düzeltmelerle birlikte etkinlikler son şekline erişmiştir. Etkinliklerin STEM eğitimine uygunluğu konusundaki uzman görüşlerinden biri Ek 9'da örnek olarak sunulmuştur. Etkinlikler kapsamında matematiğin üç konusuna ait dört etkinlik geliştirilmiştir. Bu etkinliklerin içeriği Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8: STEM Eğitimi Kapsamında Geliştirilen Etkinlikler ve İçerikleri

Etkinlik	Konu	STEM Etkinlikleri
1	Bina Modelleme Kırtı cisimlerin alan hacimleri	-Problem Durumu: Farklı şekillere sahip bina modellerini yüzey alanı ve hacim açısından karşılaştırma, maliyeti düşük bir bina modeli tasarlama, tasarladığı bina modeli için metraj hesabı yapma -Tasarladığı bina modelini Google Sketchup programı ile üç boyutlu olarak modelleme - Okulun bahçesine bir bekçi kulübesi tasarlama, metraj hesabı yapma ve Google Sketchup programı ile modelleme ile ilgili proje ödevi

2	Teodolit Tasarımı	Trigonometri	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem Durumu: Ölçülemeyen yükseklikleri bulunduğu noktadan yatayla yaptığı açı ölçüsünü kullanarak hesaplama</li> <li>- Teodolit modeli tasarlama</li> <li>- Tasarladığı teodolit modelini geliştirme</li> <li>- Geliştirdiği teodolit modeli ile farklı binaların yüksekliğinin hesaplanması ile ilgili proje ödevi</li> </ul>
3	Simülasyon Tasarımı	Trigonometri	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem Durumu: Trigonometri bilgisini kullanarak eğik düzlemde cisme etki eden kuvvetleri hesaplama, buna göre eğik düzlemin açalarına göre cismin hareketlerini belirleme</li> <li>-Algodoo programı ile eğik düzlemin açalarına göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon tasarlama</li> <li>- Eğik düzlemin açılarıyla ilgili bir problem tasarlama ve algodoo programında simülasyon hazırlama konusunda proje ödevi</li> </ul>
4	Oyun Tasarımı	Koordinat Sistemi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problem Durumu: Koordinat sistemi yerleştirilmiş bir denizde bir geminin uğradığı noktaları kullanarak günlük katettiği mesafeyi hesaplama</li> <li>-İki nokta arası uzaklığı hesaplayan algoritma yazma</li> <li>-Scratch programını kullanarak koordinat sistemi ile ilgili bir oyun tasarlama</li> <li>-Koordinat sistemiyle ilgili bir oyun algoritması yazma ve sctrach ile programlama konulu proje ödevi</li> </ul>

STEM eğitimi kapsamında geliştirilen birinci etkinlik “Bina Modelleme” etkinliğidir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarına öncelikle konuyla ilgili problem durumunun yer aldığı çalışma kağıtları dağıtılmıştır. Daha sonra bu kağıtlarda yer alan ve farklı şekillere sahip bina modellerinin yüzey alanı ve hacimlerinin karşılaştırılmasını içeren problem durumu çözülmüştür. Hacmi en düşük bina modeline karar verildikten sonra öğretmen adaylarına betonun metreküp fiyatı verilerek bu bina için metraj hesabı yapmaları istenmiş ve genel bir maliyeti hesabı çıkarılmıştır. Bu işlemde sonra üç boyutlu modelleme programlarından Google Sketchup programı öğretmen adaylarına tanıtılmıştır. Çalışmada öğretmen adayları mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanarak Sketchup programı ile problem durumunda karar verdikleri bina modelini tasarımlarını ve görselleştirerek üç boyutlu hale getirmeleri sağlanmıştır. Bu etkinliğe ait ders planı için (Ek 10. Ders Planı I ve ekleri).

İkinci etkinlik trigonometri konusuyla ilgili olarak “Teodolit Tasarımı” etkinliğidir. Teodolit bina karşısına kurulan ve binanın tepe noktasının yatayla yaptığı açığı ölçmeye yarayan bir mühendislik aletidir. Teodolit etkinliğinde öğretmen adaylarına problem durumu olarak farklı iki problem durumu verilmiştir. Öğretmen

adaylarından problem durumuyla bağlantılı olarak yüksek binaların tepe noktalarının yatayla yaptıkları açıları ölçen bir araç tasarımları istenmiştir. Bu aşamada, mühendislik tasarım sürecini kullanarak teodolit modeli sonucuna varmaları sağlanmıştır. Bu süreçte basit bir teodolit tasarlamış ve çizim yapmışlardır. Geliştirecekleri teodolit modeline karar vermeleri sağlanmıştır. Daha sonra gruplar halinde çalışarak problem temelli çalışma kağıtlarını çözmeleri sağlanmıştır. Ardından gönye, d cetveli, mercekle, karton gibi malzemeleri kullanarak tasarladıkları aleti yapmak ve örnek bir ölçümde kullanmak üzere proje ödevi verilmiştir (Ek 10. Ders Planı II ve ekleri).

Üçüncü etkinlik trigonometri konusuyla ilgili “Algodo ile Simülasyon Hazırlama” etkinliğidir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarına problem temelli çalışma kağıtları dağıtılarak işbirlikli öğrenme gruplarıyla çözmeleri istenmiştir. Bu problem durumu evin altına bir garaj yapılması için en uygun eğimin belirlenmesini içermektedir. Bu nedenle farklı açılardaki eğik düzlemde cismin ağırlığının x ve y bileşenlerinin bulunmasını ve buna bağlı olarak cismin hareketinin belirlenmesini gerektiren, trigonometri bilgisi de içeren bir günlük hayat problemi verilmiş ve çözmeleri istenmiştir. En uygun eğime karar verdikten sonra öğretmen adaylarına Algodo simülasyon tasarım programı tanıtılmıştır. Öğretmen adaylarından mühendislik tasarım süreci ile eğik düzlemde cismin hareketini gösteren bir simülasyon tasarımları sağlanmıştır (Ek 10. Ders Planı III ve ekleri).

Dördüncü etkinlikte ise öğretmen adayları ile koordinat sistemiyle ilgili “Scratch ile Oyun Tasarımı” etkinliği yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle dağıtılan problem temelli etkinliklerde öğretmen adaylarından koordinat düzlemi yerleştirilmiş bir denizde sefer yapan bir geminin günlük aldığı yolu hesaplamaları istenmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarına algoritmalar tanıtılmış ve algoritma geliştirme anlatılmıştır. Yapılan çalışmalar göz önüne alınarak algoritma geliştirme son dönemde matematik eğitimindeki öneminden ve faydalarından bahsedilmiştir (Esgin ve Saraç, 2015). Daha sonra algoritmalarla ilgili hazırlanan çalışma kağıtları dağıtılmıştır. Problem durumunda verilen geminin aldığı yolu hesaplayan bir algoritma geliştirmeleri istenmiştir. Ardından Scratch programı öğretmen adaylarına tanıtılmış ve programın temel kullanım amaçları, ana pencereler, örnek kodlamalar gösterilmiştir. Ardından Scratch programı ile örnek birkaç oyunun geliştirilmesi

gösterilmiştir. Daha sonraki aşamada, koordinat sistemi ile ilgili araştırmacı tarafından geliştirilen oyunlar öğretmen adaylarına gösterilerek programı kavramaları sağlanmıştır. Daha sonra öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini kullanarak koordinat sistemi ile ilgili yeni bir oyun geliştirmeleri sağlanmıştır (Ek 10. Ders Planı IV ve ekleri).

### **3.4.2 Pilot Çalışma**

Çalışma kapsamında geliştirilen etkinliklerle öncelikle öğretmen adayları ile pilot çalışma yapılmış ve asıl uygulamalardan önce etkinliklerin ön değerlendirmesi yapılmıştır. Bu amaçla pilot çalışmalar için sınıf öğretmenliği 1. sınıf A grubunda öğrenim gören öğretmen adaylarına STEM eğitimine yönelik hazırlanan etkinlikler uygulanmıştır. Her bir etkinliğin uygulanmasından sonra etkinliklerin ön değerlendirmesi yapılmış, gerekli notlar alınmış ve katılımcı öğretmen adayları ile etkinliklere yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler doğrultusunda etkinliklerde anlaşılmayan veya eksik kısımlar varsa belirlenmiş ve yapılması gereken değişikliklere karar verilmiştir. Bu doğrultuda yeniden düzenlenen etkinlikler asıl uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Yapılan değişiklikleri şu şekilde sıralamak mümkündür;

Birinci etkinlikte yer alan problem durumundaki farklı şekillere sahip bina modellerini yüzey alanı ve hacim açısından karşılaştırma konusunda öğretmen adayları sıkıntı yaşamış ve verilen süre sorunun çözümü için yeterli olmamıştır. Google Sketchup ile yapılacak uygulama da belirlenen sürede yetiştirilememiştir. Bu nedenle problem durumunda verilen katı cisimler belli şekillerle sınırlandırılmıştır. Asıl uygulamalarda da aynı sıkıntının yaşanmaması için soru silindir, kare prizma, eşkenar üçgen prizma ve düzgün altıgen prizma olarak yeniden düzenlenmiştir.

İkinci etkinlikte yer alan “ölçülemeyen yükseklikleri bulunduğu noktadan yatayla yaptığı açı ölçüsünü kullanarak hesaplama” konusundaki problem temelli çalışma kağıtlarını öğretmen adayları çözebilmiştir. Ancak bu ölçümü yapacak alet konusunda fikirleri sorulduğunda hiçbir görüş dile getirememişlerdir. Araştırmacı yönlendirdiğinde de net bir sonuç ortaya çıkmamıştır. Bu etkinlikte öğretmen adayları mühendislik konusunda hiçbir bilgileri olmadığı için bu tahminin zor olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, araştırmacı bu konuda sınıfa getireceği araç-gereçlerle yardımcı olmasının yerinde olacağını, bir teleskobun bu konuda yol

gösterici olacağını düşünmüştür. Asıl uygulamada bu araçlarla öğretmen adaylarına rehberlik edilmesine, ayrıca tasarım konusunda yol göstermesi için daha önceden hazırlanan teodolit resimlerinin de tasarımlar sırasında öğretmen adaylarına dağıtılmasına karar verilmiştir.

Üçüncü etkinlikle ilgili problem durumunda öğretmen adayları trigonometri bilgisini kullanarak eğik düzlemde cisme etki eden kuvvetleri hesaplama, buna göre eğik düzlemin açılarına göre cismin hareketlerini belirleme konusundaki problem durumunu biraz zorlanarak çözebilmiştir. Ancak buradaki eğik düzlemin açılarının üç ayrı problem durumunda verilmesinin problemin anlaşılmasını ve çözümünü kolaylaştıracağı anlaşılmıştır. Bu nedenle üçüncü problem temelli çalışma kağıdı bu doğrultuda yeniden düzenlenmiştir.

Dördüncü etkinlikte öğretmen adaylarından problem temelli çalışma kağıdında koordinat sistemi yerleştirilmiş bir denizde bir geminin uğradığı noktaları kullanarak günlük katettiği mesafeyi hesaplamaları istenmiştir. Ancak nokta sayısı çok olduğu için çözümün zorlaştığı ve belli noktalar arasında geminin direk gitmesinin mümkün olmadığı (tek doğrultuda çizginin karaya denk gelmesi) görülmüştür. Problemin geminin uğrayacağı noktaların azaltılarak yeniden düzenlenmesinin gerekli olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca problemin çözümünden sonra algoritma konusunun kavranmasında sıkıntılar yaşandığı dikkat çekmiştir. Bu nedenle asıl uygulamalar için dersten önce farklı problemleri içeren daha fazla sayıda algoritma örneğinin çoğaltılarak öğretmen adaylarına dağıtılmasının yerinde olacağı düşünülmüştür. Scratch programında ise koordinat sistemiyle ilgili oyun tasarlanmanın öğretmen adaylarına zor geldiği görülmüştür. Bu nedenle asıl uygulamada bu konuya daha fazla zaman ayrılması gerektiği ve oyun tasarımına farklı örneklerle başlamanın konunun kavranması açısından daha doğru olacağı düşünülmüştür. Öğretmen adayları programın mantığını kavrayınca koordinat sistemine geçilmesinin daha yerinde olacağına karar verilmiştir.

### **3.4.3 Deney-Kontrol Gruplarının Atanması**

DeneySEL işlemler öncesi uygulanan öntest sonuçlarına göre grup yansız atama yoluyla ikiye bölünmüş ve deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Deney ve kontrol gruplarının atanması süreci şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Öncelikle grupların öntest puanlarına ait normallik testleri incelenmiştir. Normallik testlerinde



örneklem sayısı 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk testinin sonuçlarına göre işlem yapılmıştır (Büyüköztürk, 2012). Ön testlerden MBT, MPÇİİÖ ve FFÖ puanlarının normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının tüm ölçümlere ait öntest toplam puanları hesaplandıktan sonra puanlar yüksekten alçağa doğru sıralanmış ve bu puanlar dikkate alınarak öğretmen adayları eşleştirilmiş ve yansız olarak denk iki gruba ayrılmıştır. Grupların öntest puanlarının normal dağıldığı anlaşıldıktan sonra çalışmada bağımlı değişken sayısı üç ve bağımsız değişken sayısı bir (STEM eğitimi) olduğu için grupların öntest puanlarının denk olup olmadığı tek yönlü MANOVA ile analiz edilmiştir. Varyans analizi iki ya da daha fazla ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için kullanılır. İki ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için t testi de kullanılabilir. Fakat ikiden fazla ortalamaların karşılaştırılması gerektiği durumda ikişer ikişer ortalamaları t testiyle karşılaştırmak mümkün olsa da bu durum I. tip hatanın çok fazla yükselmesine sebep olabilir. Ne kadar fazla test yapılırsa I. tip hata o kadar yükselir. Varyans analizi I. tip hata oranını yükseltmeden ikiden fazla ortalamaların karşılaştırılmasında kullanılan bir testtir (Antalyalı, 2010, s. 131). Öğretmen adaylarının öntest puanlarına ait MANOVA testi sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9: Deney-Kontrol Grupları Öntest Puanlarına ait MANOVA Testi Sonuçları

Değişken	Grup	N	$\bar{X}$	Ss	sd	F	p
MBT	Deney	23	9,35	4,51	1-44	0,01	0,927
	Kontrol	23	9,21	5,10			
FFÖ	Deney	23	66,63	7,50	1-44	1,17	0,286
	Kontrol	23	64,35	6,82			
MPÇİİÖ	Deney	23	93,32	12,70	1-44	0,66	0,421
	Kontrol	23	90,70	8,86			

MANOVA analizinde öncelikle önşartlardan biri varyans-kovaryans matrislerinin homojen olması gerekmektedir. Bunun için analiz çıktılarından “Box’s test of equality of covariance matrices” tablosu incelenmiş ve p değerinin 0,482 olduğu görülmüştür. Yani MANOVA için kovaryans homojenliği şartı yerine getirilmiştir. MANOVA’nın diğer bir önşartı olan varyansların eşitliği için “Levene’s Test of

Equality of Error Variances” tablosu incelenmiş ve  $p>0,05$  olduğu için varyansların da eşit olduğu görülmüştür. Daha sonra “Multivariate tests” tablosunda Wilks Lambda değeri incelenmiştir. Wilks Lambda değeri  $F=0,97$  ve  $p=0,740$  olarak bulunmuştur. Wilks Lambda değeri  $0,05$  ten büyük olduğu için  $H_0$  hipotezi kabul edilir. Tek Yönlü MANOVA’da  $H_0$  hipotezi, bağımlı değişkenlerin hiçbirinde faktördeki gruplara göre bir ortalama farklılığının olmaması, alternatif hipotez ise en az bir bağımlı değişkende faktörün en az iki grubuna göre bir ortalama farklılığının olması durumudur. Bağımsız değişkenin ortalamaları arasında gruplardan sadece ikisi arasında fark çıksa bile  $H_0$  hipotezi reddedilir (Antalyalı, 2010).

Tablo 7’de görüldüğü üzere deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında hiçbir ölçümde anlamlı fark yoktur ( $p>0,05$ ). Bu durumda oluşturulan bu iki grubun tüm ölçümler açısından denk olduğunu söylemek mümkündür.

#### **3.4.4 Deneysel İşlemler**

Uygulamalar kapsamında Temel Matematik II dersinin üç konusunu kapsayan STEM eğitim yaklaşımına ait dört etkinlik gerçekleştirilmiştir. Uygulama başlamadan önce çalışmanın genel yapısı ile ilgili gruplara bilgi verilmiştir. Tüm gruplarda dersler gruplar arasında eşitliği sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Çalışmaya ait uygulama süreci şu şekilde özetlenebilir;

a) Uygulamalar kapsamında öncelikle ölçme araçları ve ders planları geliştirilmiştir. Temel Matematik II dersine ait üç konu; Katı Cisimlerin Alan Hacimleri, Trigonometri ve Koordinat Sistemi STEM eğitim yaklaşımına göre planlanmıştır. Bu konular fen ve teknolojiyle disiplinlerarası ilişkilendirmeler yaparak ve mühendislik tasarım görevlerini de içeren ders planları hazırlanmıştır. Daha sonra deney grubunda bu ders planlarına göre ve kontrol grubunda geleneksel yöntemle dersler işlenmiştir. Uygulamalar yaklaşık olarak 12 hafta sürmüştür.

b) Sınıf öğretmenliği bölümü 1. sınıflar iki şubeden oluştuğu için pilot uygulamalar A grubu ile gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamalarda bu üç konuyla ilgili geliştirilen ders planları uygulanmıştır. Pilot çalışma bittikten sonra ders planları ve etkinlikler pilot uygulama sırasında yaşanan eksiklik ve problemler göz önünde bulundurularak düzeltilmiş ve geliştirilmiştir.

c) Çalışmanın asıl uygulamaları Sınıf öğretmenliği 1. sınıf B şubesi ile yapılmıştır. Bu doğrultuda öncelikle B grubundaki tüm öğrencilere MBT, FFÖ ve MPCİİÖ öntest olarak uygulanmıştır. Öntest sonuçlarına göre B grubu öğretmen adaylarından birbirine denk iki grup oluşturulmuş ve biri deney diğeri kontrol grubuna atanmıştır.

d) Ders planları uygulanırken her bir etkinlikte önce deney ve kontrol gruplarına ilgili matematik konusu anlatılmıştır. Uygulamalar başlamadan belirlenen üç matematik konusuna (Katı cisimlerin alan hacimleri, trigonometri ve koordinat sistemi) ait ders içerikleri ve konularla ilgili sorular hazırlanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında dersler işlenirken bu ders içerikleri ve sorulara bağlı kalınmıştır. Böylelikle deney ve kontrol gruplarında konu anlatımlarında herhangi bir farklılık oluşmaması ve eşitliğin sağlanması amaçlanmıştır.

e) Deney grubunda etkinliklerin ilk haftasında işbirlikli öğrenme grupları oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarından istedikleri sınıf arkadaşlarıyla bir araya gelerek grup oluşturmaları sağlanmıştır. Oluşturulan gruplar liste olarak hazırlanmış ve bundan sonraki süreçte derslerdeki uygulamalarda bu gruplarla çalışmaya devam edilmiştir. Etkinlikler esnasında sınıf ortamı işbirlikli öğrenmeye ve grup çalışmalarına uygun hale getirilmiştir.

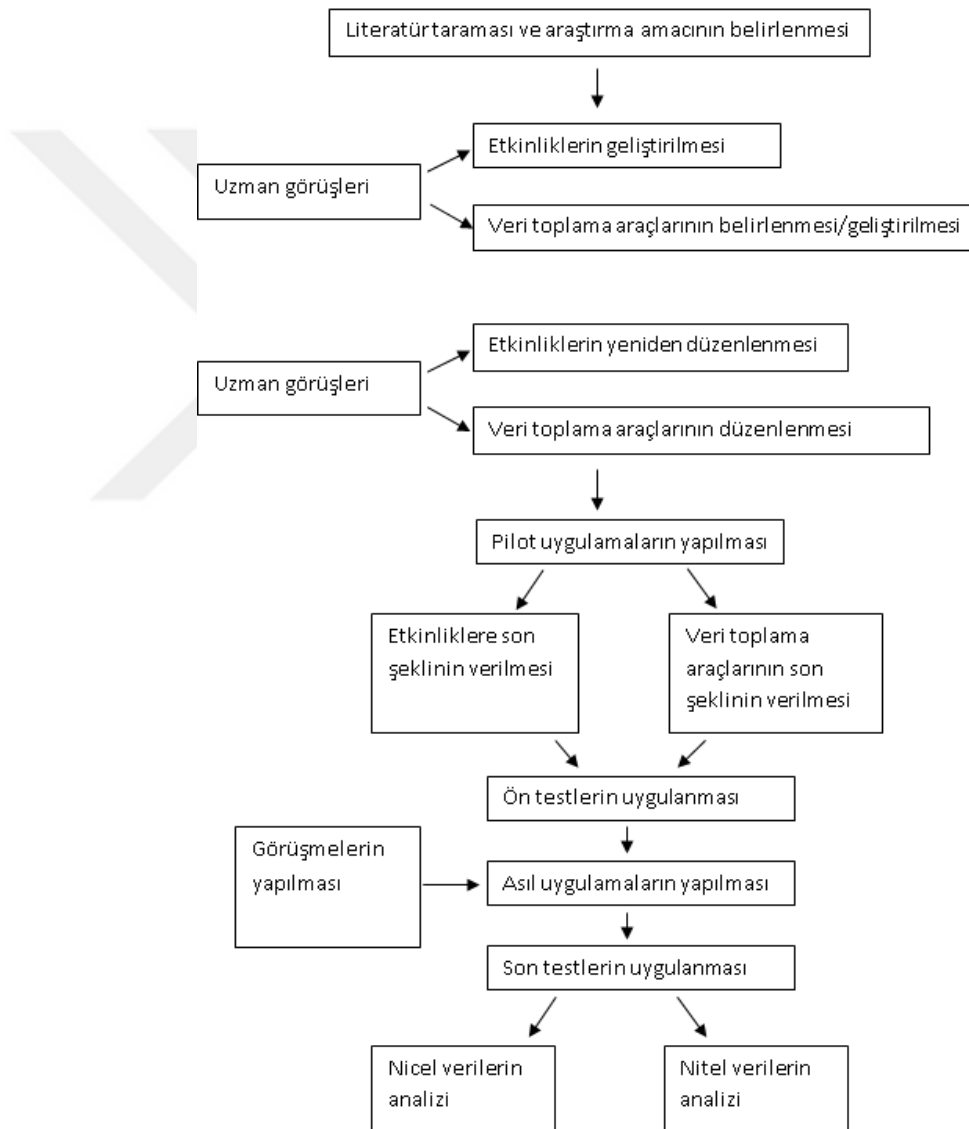
f) Her matematik konusu deney ve kontrol gruplarında aynı hafta işlenmiş, deney grubunda konunun işlenmesinin ardından o konuyla ilgili hazırlanan problem temelli ve mühendislik tasarım sürecine dayanan STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Derslerde öncelikle öğretmen adaylarının problem temelli etkinlikleri işbirlikli gruplarla yapmaları sağlanmıştır. Ardından mühendislik tasarım sürecini kullanarak konuyla ilgili bir mühendislik görevi gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Ayrıca her hafta öğretmen adaylarına konuyla ilgili bir proje ödevi hazırlamaları istenmiştir.

g) Deney grubunda her hafta etkinliklerin bitiminde öğretmen adayları ile görüşmeler yapılmış ayrıca etkinliklerin uygulandığı tüm dersler gözlem formu ile kayıt altına alınmıştır.

h) Kontrol grubunda dersler hazırlanan içeriğe bağlı kalınarak geleneksel eğitimle işlenmiştir. Bu grupta matematik konuları öğretmen merkezli bir yaklaşımla bilgisayar sunumları eşliğinde işlenmiştir. Öğretmenin aktif olduğu, öğretmen

adaylarının derse soru-cevaplarla katıldığı bir eğitim ortamı oluşmuş, konuların anlaşılmayan kısımları öğretmen adaylarından gelen dönütler doğrultusunda tekrar anlatılmıştır. Derslerde öncelikle konular anlatılmış, daha sonra konularla ilgili sorular çözülmüştür.

i) Deney ve kontrol grubunda uygulamalar bittikten sonra öğretmen adaylarına MBT, FFÖ ve MPCİİÖ son test olarak uygulanmıştır. Tüm çalışmaya ait işlem süreci Şekil 4'deki gibidir.



Şekil 4: Araştırmaya ait Akış Şeması

### 3.5 Verilerin Analizi

Araştırma sorularına göre uygulamalar sırasında öğretmen adaylarının gelişimlerinin izlendiği üç temel alan matematik, STEM ve 21. yüzyıl becerileri alanları olarak belirlenmiş ve veriler bu alanlara yönelik olarak toplanmıştır. Araştırmada uygulanan nicel ve nitel veri toplama araçları ile toplanan veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir.

#### 3.5.1 Nicel Verilerin Analizi

Araştırmanın nicel verileri analiz edilirken öncelikle başarı testi ve ölçeklerden alınan öntest ve sontest puanlarına ait betimleyici istatistikler hesaplanmış, normal dağılım durumları kontrol edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testiyle incelenmiştir. Puanların normalliğe uygunluğunu incelemeye grup büyüklüğü 50'den küçük ise Shapiro-Wilks (S-W), büyük ise Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi kullanılır (Büyüköztürk, 2012). Ayrıca Çarpıklık Katsayısı (ÇK) ve Basıklık Katsayısının (BK) -1 ile +1 arasındaki değerleri normal dağılımın ölçüsü olarak kabul edilebilir (Büyüköztürk, 2012; Morgan, Leech, Gloeckner ve Barret, 2004). Öntest ve sontestlere ait betimsel istatistikler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10: Deney ve Kontrol Gruplarına ait Öntest ve Sontest Puanlarının Betimsel İstatistikleri

		N	$\bar{X}$	Ss	ÇK	BK	Min	Max	S-W	
MBT	Deney	Öntest	23	9,35	4,51	0,64	0,16	2,00	20,00	0,43
		Sontest	23	15,34	3,77	-0,27	-1,00	8,00	21,00	0,34
	Kontrol	Öntest	23	9,21	5,10	0,03	-0,78	2,00	20,00	0,16
		Sontest	23	12,13	4,71	-0,26	-0,38	2,00	20,00	0,90
MPÇİİÖ	Deney	Öntest	23	93,32	12,70	0,74	0,91	71,00	127,00	0,56
		Sontest	23	129,89	9,68	-0,06	0,60	108,00	150,00	0,71
	Kontrol	Öntest	23	90,70	8,86	-0,31	-0,88	74,00	103,00	0,29
		Sontest	23	122,73	11,97	-0,70	0,12	93,00	139,00	0,27
FFÖ	Deney	Öntest	23	66,63	7,50	0,12	0,06	52,00	82,00	0,56
		Sontest	23	72,91	7,23	-0,44	-0,16	56,00	84,00	0,82
	Kontrol	Öntest	23	64,35	6,82	0,38	-0,14	51,00	79,00	0,55
		Sontest	23	68,21	7,89	0,48	-0,04	55,00	85,00	0,46

Tablo 10' da deney ve kontrol gruplarına ait tüm öntest ve sontest puanlarının normal kabul edilebilecek sınırlarda olduğu görülmektedir. Bu nedenle verilerin normal dağıldığı kabul edilmiş ve veri analizinde parametrik yöntemler tercih edilmiştir. Grupların öntest ölçümlerine ait puan ortalamalarının birbirinden anlamlı derecede farklı olup olmadığını belirlemek için Tek Yönlü MANOVA yapılmıştır. Başarı testi ve her bir ölçekten alınan öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması bağımlı gruplar t testi ile yapılmıştır. Birden fazla bağımlı değişkenle çalışmaya ek olarak, MANOVA bir veya daha fazla kovaryant kullanıldığı durumlara da uygulanabilir. Bu durumda MANOVA çok değişkenli kovaryans analizi MANCOVA kullanılır. “Kovaryantlar bağımlı değişkenlerin öntestler olarak kullanıldığı klasik kovaryans analizidir. İşlem öncesi puanları açısından ayarlandıktan sonra sontest puanlarındaki (bağımlı değişkenler) farklılıklar daha net bir şekilde işleme dayandırılabilir” (Tabachnick ve Fidell, 2011, s. 21). MANCOVA bağımlı değişken üzerinde etkisi olabilecek başka bir bağımlı değişkenin (kodeğişken-kovaryant) etkisinin yok edilmesi için kullanılır (Keskin, 2010) ve aynı analizde iki veya daha fazla bağımlı değişken içerir. Böylece araçlar arasında daha güçlü bir farklılık testi sağlar (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Çalışmada öntestlerdeki puan ortalamalarının hatırlama etkisi nedeniyle sontest puan ortalamalarına etki edebileceği düşünülerek öntest puanları kovaryant olarak belirlenmiş ve gruplara ait son test puanları MANCOVA analizi karşılaştırılmıştır. Bu nedenle öncelikle MANCOVA modelinin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı test edilmiştir.

MANCOVA analizinin ilk önşartı normal dağılımdır. Deney ve kontrol gruplarına ait öntest ve sontest puanlarına ait betimsel istatistikler Tablo 8'de verilmiş ve dağılımların normal olduğu görülmüştür. Ayrıca MANCOVA istatistiğinin bir önşartı olan çok değişkenli normal dağılım durumu “saçılma diyagramı matrisi” (scatter plot matrix) ile incelenmiştir. Çok değişkenli normallik ve iki değişken arasındaki doğrusal ilişki saçılma grafiği üzerindeki ilişkilere bakılarak değerlendirilebilir. Eğer her iki değişken de normal dağılıma sahipse ve doğrusal olarak ilişkiliyse saçılma grafiği oval, eğer değişkenlerden biri normal dağılıma sahip değilse saçılma grafiği oval şekilli değildir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010; Tabachnick ve Fidell, 2011). Tüm gruplara ait nicel ölçümler saçılma grafiği ile incelenmiş ve normal dağılımlar olduğu gözlenmiştir. Ayrıca çok değişkenli

normal dağılım değişkenler arasındaki mahalanobis uzaklık değerleri hesaplanarak da incelenmiş ve bulunan sonuçlar ki-kare tablosundaki kritik değerler ile karşılaştırıldığında çok değişkenli normal dağılım şartının sağlandığı görülmüştür (Can, 2016; Eroğlu, 2010). Bu nedenle verilerin çoklu normal dağılım şartını sağladığı ifade edilebilir.

MANCOVA için ikinci şart varyansların homojenliğidir. Gruplarda bağımlı değişkenin varyanslarının homojenliği (varyansların eşitliği) kovaryans analizi içindeki Levene Testi ile belirlenmiştir. “Bağımlı değişkene ilişkin gruplardaki hata varyansları arasında anlamlı fark yoktur” şeklindeki yokluk hipotezini sıyanan Levene testi sonucunun ,05’ten büyük olduğu durumlarda bu hipotez kabul edilerek varyansların eşit olduğu söylenebilir (Can, 2016). Analiz sonucunda ulaşılan Levene testi sonuçları Tablo 11’de sunulmuştur. Tablo 11’de görüldüğü üzere p değerleri 0,05’ten büyük çıkmıştır. Bu şekilde yokluk hipotezi kabul edilerek varyansların eşit olduğu görülmüştür.

Tablo 11: Varyansların Homojenliği için Levene Testi Sonuçları

	F	Sd1	Sd2	p
MBT sontest	1,28	1	44	0,264
MPCİİÖ sontest	3,11	1	44	0,063
FFÖ sontest	3,65	1	44	0,085

MANCOVA istatistiğinin uygulanabilmesi için diğer önşart regresyon eğimlerinin eşitliğidir. Gruplardaki regresyon doğrularının eğimlerinin eşitliği (regresyon katsayılarının homojenliği) test edilirken, konular arası etkileşim testi (tests of between-subjects effects) kullanılarak analiz yapılmıştır. Yapılan testin sonucunda bağımsız değişken ile birlikte değişen değişkenlerin etkileşimini gösteren satırda yer alan p değerlerinin anlamsız olduğu ( $p>0,05$ ) olduğu görülmüştür. Bu durumda gruplar için eğim aynıdır hipotezi kabul edilmiştir. MANCOVA analizi için önemli bir varsayım olan regresyon eğimlerinin eşitliği şartı yerine getirilmiştir. Sonuçlar Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12: Bağımlı Değişkenler için Regresyon Eğimlerinin Eşitliğine Yönelik Sonuçlar

		Kareler toplamı	Sd	Kareler ortalaması	F	p
Grup*öntestler	MBT sontest	12,84	2	6,42	0,32	0,732
	MPÇİİÖ sontest	139,70	2	69,85	0,58	0,568
	FFÖ sontest	19,82	2	9,91	0,18	0,835

Kovaryans analizinin önşartlarından biri de bağımlı değişken ile kontrol değişkeni arasında doğrusal bir ilişki olmasıdır. İlişkinin doğrusallığı saçılma diyagramı (scatterplot) ile kontrol edilmiştir. Bu kontrol her grup için ayrı ayrı yapılarak veriler arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.

Kovaryantlararası korelasyon MANCOVA'nın uygulanabilmesi için gereken diğer bir önşarttır. Eğer araştırmada birden fazla kovaryant kullanılacaksa seçilen kovaryantlar arasında güçlü bir ilişki olmamalıdır. Eğer yüksek derecede bir korelasyon varsa ( $r=0,8$  ve daha fazla) kovaryantlardan biri veya birkaçı çıkarılmalıdır (Keskin, 2010). Bu analizde kullanılacak kovaryantlar arası korelasyon katsayıları Tablo 13'de sunulmuştur.

Tablo 13: Analizde Kullanılacak Kovaryantlar Arası Korelasyonlar

	MBT öntest	MPÇİİÖ öntest	FFÖ öntest
MBT öntest	1	0,23	0,18
MPÇİİÖ öntest	0,23	1	0,47*
FFÖ öntest	0,18	0,47*	1

\* $p<0,05$

Tablo 13'de görüldüğü üzere, kovaryantlar arasında yapılan korelasyon analizi sonucunda hesaplanan korelasyon katsayılarının anlamlı olmadığı ya da anlamlı ise de yüksek düzeyde olmadığı görülmüştür. Bu nedenle kovaryantların ilişkisiz yani bağımsız olması koşulu sağlanmıştır.

MANCOVA'nın diğer bir önşartı olan kovaryans matrislerinin eşitliği için Box's testi yapılmış ve sonuçları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14: MANCOVA Analizine İlişkin Box's Testi Sonuçları

Box's M	3,99
F	0,62
Sd1	6



Sd2	14026,87
p	0,72

Tablo 14’te görüldüğü gibi, kovaryans matrislerinin eşitliği testi sonuçlarında bağımlı değişkenlerin kovaryans matrisleri gruplara göre eşitlik göstermektedir ( $p>0,05$ ). MANCOVA analizi için kovaryans matrislerinin eşitliği şartı sağlanmaktadır. Böylece MANCOVA analizinin tüm önşartlarının sağlandığı görülmüştür. Araştırmanın nicel verileri SPSS programında analiz edilmiş, sonuçların değerlendirilmesinde 0,05 anlamlılık düzeyi esas alınmıştır.

Problem temelli çalışma kağıtları geliştirilen dereceli puanlama anahtarı (rubrik) ile değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerindeki gelişimi belirlemek için puanlama güvenilirliği sağlamak adına problem temelli çalışma kağıtları üç araştırmacı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiş ve puanlayıcılar arasındaki güvenilirliği belirlemek için sınıf-içi korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bir denekten elde edilen çoklu ölçüm, aynı gözlemcinin tekrarlı ölçümlerinden elde edilebileceği gibi iki ya da daha fazla sayıda gözlemcinin ölçümlerinden de elde edilebilir. Burada birinci durum gözlemci içi, ikinci durum gözlemciler arası olarak adlandırılır. Bu durumda n tane sayıda deneğin, büyük bir kitleden rastgele seçilen k sayıda gözlemci tarafından değerlendirilmesine “rastgele etki modeli” denir (Ateş, Öztuna ve Genç, 2009). Bu çalışmada puanlayıcılar ortak özelliklere sahip bir puanlayıcı havuzundan rastgele seçtikleri için seçtikleri grubun özelliklerini temsil ettiği varsayılmaktadır ve bu nedenle çalışmada “iki yönlü rastgele etki” modeli kullanılmıştır. Puanlayıcılar arası uyum sınıfıiçi korelasyon katsayısı ile değerlendirildiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 15’de sunulmuştur.

Tablo 15: PTÇK için Puanlayıcılar Arasındaki Sınıfıiçi Korelasyon Katsayısı

	N	$\bar{X}$	Ss	Sınıfıiçi Korelasyon Katsayısı
Puanlayıcı1	20	6,60	2,21	0,817*
Puanlayıcı2	20	6,65	2,11	
Puanlayıcı3	20	6,70	2,10	

\*  $p<0,05$

Tablo 15’de üç farklı puanlayıcının, beş farklı grup için yaptıkları değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu görülmektedir ( $p<0,05$ ). Sınıfıiçi

korelasyon katsayısının 0,817 olduğu görülmektedir. Varyansların oranı olarak hesaplanan sınıfıçi korelasyon katsayısı 1'e ne kadar yakınsa güvenilirlik o kadar yüksek demektir (Can, 2006). Uyum katsayısının 1'e yakın çıkması puanlayıcılar arasında büyük bir uyum olduğunu ve sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir. Puanlayıcıların gruplara verdikleri puanların ortalamaları ise sırayla Puanlayıcı1 için  $\bar{X}=6,60$ ,  $ss= 2,21$ ; Puanlayıcı2 için  $\bar{X}=6,65$ ,  $ss=2,11$  ve Puanlayıcı3 için  $\bar{X}=6,70$ ,  $ss=2,10$  olarak ortaya çıkmıştır.

Projeler tasarım temelli ödevler olduğu için araştırmacı tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı (rubrik) dikkate alınarak puanlanmıştır. Proje ödevleri dersin hedefleri kapsamında tasarım temelli etkinliklerden oluşmaktadır. Bu nedenle rubrik geliştirilirken öncelikle tasarım ile ilgili literatür incelenmiştir. Tasarım temelli etkinliklerin değerlendirilmesinde kullanılan diğer rubrikler ayrıntılı olarak taranmış ve incelenmiştir. Ders planlarının kazanımları ve tasarım ilkeleri doğrultusunda yeni bir rubrik geliştirilmiştir. Tasarım ilkeleri belirlenirken MEB (2017) tarafından yayınlanan Teknoloji Tasarım dersi kılavuz kitabında yer alan tasarım ilkeleri dikkate alınmış ve teknoloji tasarım öğretmenlerinden uzman görüşü alınmıştır. Dersin hedefleri kapsamında projelerde aranılacak nitelikler belirlenerek gerekli puanlama aşamaları oluşturulmuştur. Geliştirilen dereceli puanlama anahtarı genel, eğitsel ve tasarım özellikleri olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır (Ek 7). Ayrıca puanlamada yetersiz (0 puan), yeterli (1 puan) ve nitelikli (2 puan) olmak üzere üç aşama kullanılmıştır. Ölçekten alınabilecek minimum puan 0, maksimum puan 26'dır. Geliştirilen ölçek uzman görüşüne sunulmuş ve düzeltilmiştir. Bir proje tüm ölçekten aldığı toplam puana göre değerlendirilmiştir. 0-8,66 puan arası yetersiz, 8,67-17,33 puan arası yeterli ve 17,34-26 puan arası ise nitelikli olarak kabul edilmiştir. Projeler bu toplam puanlara göre sınıflanarak tablo oluşturulmuş ve bulgular bölümünde sunulmuştur. Projeler dört etkinlikten sonra verildiği için konularına göre bina modelleme, teodolit, simülasyon ve oyun olarak isimlendirilmiş ayrıca öğretmen adaylarının grup sırasına göre numaralandırılmıştır. Projelerin puanlanmasında güvenilirliği sağlamak amacıyla iki farklı araştırmacı puanlama yapmış ve bunlar arasındaki sınıfıçi korelasyon katsayısı hesaplanmış ve 0,949 olarak bulunmuştur. Projelerin puanları iki araştırmacının verdikleri puanların ortalamaları alınarak belirlenmiş ve bu ortalamalara göre nitelikleri bakımından

sınıflanmıştır. STEM etkinliklerinde öğretmen adaylarının geliştirdiği tasarım temelli projeler iki farklı puanlayıcı tarafından puanlanmış ve puanlayıcılar arasındaki uyum Tablo 16’da sunulmuştur.

Tablo 16: Tasarım Temelli Projeler için Puanlayıcılar Arasındaki Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı

	N	$\bar{X}$	Ss	Sınıfıçi Korelasyon Katsayısı
Puanlayıcı1	20	19,30	7,35	0,949*
Puanlayıcı2	20	16,85	7,80	

\*  $p < 0,05$

Tablo 16’da puanlayıcıların, beş farklı grup için yaptıkları değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir uyum olduğu görülmektedir ( $p < 0,05$ ). Sınıfıçi korelasyon katsayısı 0,949 olarak bulunmuştur. Bu değer puanlayıcılar arasında büyük bir uyum olduğunu ve sonuçların güvenilir olduğunu göstermektedir. Puanlayıcıların gruplara verdikleri puanların ortalamaları ise sırayla Puanlayıcı1 için  $\bar{X}=19,30$ ,  $ss=7,35$  ve Puanlayıcı2 için  $\bar{X}=16,85$ ,  $ss=7,80$ ’dir.

### 3.5.2 Nitel Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizinde ise betimsel analiz ve içerik analizi yapılmıştır. Betimsel analizde nitel verilerin analizi ile elde edilen bulguların düzenlenmiş ve yorumlanmış hali sunulur. Daha önceden belirlenen temalara ya da görüşme sorularına göre veriler özetlenebilir. İçerik analizinde ise verileri açıklayabilecek kavram ve ilişkilere ulaşmak amaçtır. Betimsel analiz verileri özetleyerek yorumlanmakta iken, içerik analizi verileri daha derin bir analize tabi tutar. Böylece betimsel analizle ortaya çıkmayan ve fark edilemeyen kavramlar içerik analizi sonucu kolaylıkla ortaya çıkarılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Çalışmada; birbirine benzeyen veriler belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek ve organize edilerek veriler kodlanıp, temalar oluşturulmuştur. Oluşan kod ve temaların frekansları belirlenerek, bu bulgular çerçevesinde veriler yorumlanmıştır. Araştırmanın güvenilirliği için, görüşmelerin transkriptleri ile elde edilen ham veriler farklı bir araştırmacı tarafından da bağımsız şekilde kodlanarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kodlamalarda yapılan farklılıklar karşılaştırılmış ve ortak bir sonuca varılmaya çalışılmıştır. Birbiri ile uyumlu kodlamaların yapıldığı görüldükten sonra kodlamaların son hali uzman görüşüne sunulmuştur. Uzman görüşleri doğrultusunda yeniden düzenlenen kod ve

temalara son şekli verilmiştir. Bu şekilde, yapılan kodlamalar farklı kişilerin ortak görüşleri doğrultusunda düzenlenerek fikir birliği içinde ortak bir bakış açısına göre yapılması sağlanmıştır. Nitel analizlerde kodlamalar yapılırken Maxqda programından yararlanılmıştır. Yapılan içerik analizi sonucu ortaya çıkan kod ve temalar Maxqda tablolarından kod-teori tablosu kullanılarak görselleştirilmiştir. Ayrıca tablolardan sonra farklı görüşmelerden aynen alıntılar verilerek kod ve temaların desteklenmesi sağlanmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler üç tema altında analiz edilmiştir. Bu temalar Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17: Nitel Verilerin Analiz Edildiği Üç Tema

Temalar	
1	Matematiksel yeterliliklerinin gelişime yönelik görüşler
2	21. yüzyıl becerilerinin gelişimine yönelik görüşler
3	STEM eğitimine yönelik görüşler

Araştırmanın güvenilirliğinin sağlanması için nicel veri toplama araçlarının uygulanma ve analiz süreçleri ayrıntılı olarak açıklanmış, ölçeklerin çalışmadaki güvenilirlik katsayıları hesaplanarak verilmiştir. Çalışmanın nitel verilerinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla veriler farklı araştırmacılar tarafından kodlanmış ve ortak kodlamaların yapılmasına özen gösterilmiş, yapılan kod ve temalar uzman görüşüne sunulmuş ve düzeltilmiştir. Yapılan kodlamalar direkt alıntılarla desteklenerek çalışmanın güvenilirliği artırılmıştır.

### 3.6 Çalışmanın İç ve Dış Geçerliliği

Çok genel olarak bir deneysel araştırmada bağımlı değişken üzerindeki değişimin bağımsız değişkenlerdeki değişim ile açıklanabilme derecesine iç geçerlik, bu sonucun araştırma için seçilen grupların özelliklerine sahip daha büyük gruplara genellenebilme derecesine de dış geçerlik denir (Köklü, 2002). Deneysel araştırmalarda araştırmacı araştırma süresince araştırmanın asıl konusu olarak değişimi incelenen bağımlı değişkene ait değişimi (varyansı) mümkün olduğu kadar bağımsız değişkenin etkisi sonucu ortaya çıkan bir değişim olabilecek şekilde kontrol etmeye çalışmalıdır (Can, 2016). Bu deneysel araştırmada iç geçerlilik derecesinin yükseltilmesi için araştırmacı şu noktalara dikkat etmiştir:

a) Katılımcılar birbirine benzer özellikler gösteren deneklerden (üniversite giriş puanı, matematiksel yeterlilik, vb. açılardan) oluşmakta ve denekler gruplara eşleştirildikten sonra yansız bir biçimde tamamen tesadüfi olarak atanmıştır. Böylece yansız atama ve benzer özellik gösteren bireyler seçilmesi ile deneysel çalışma sırasında meydana gelen olgunlaşma ve farklılaşma etkisinin de önüne geçilmeye çalışılmıştır.

b) Araştırmanın sonuçlarının gerçeği yansıtabilmesi için veri toplama araçlarının geçerli ve ölçümlerin güvenilir olmasına dikkat edilmiştir. Veri toplama sürecinde doğru veri toplayabilmek ve katılımcıların veri toplama süreciyle ilgili davranışlarını kontrol edebilmek ve bilgilendirmek için katılımcılara yönergeler verilmiş ve veri toplanırken bunlara uyulmasına dikkat edilmiştir.

c) “Katılımcıların öntest uygulaması sonunda testin biçimine (formuna) ve içeriğine aşina olmaları, sontest performansları lehinde bir etkiye neden olabilir” (Can, 2016, s. 23). “Aynı testin belirli aralıklarla aynı deneklere iki kez uygulanması test formuna ve içeriğine aşina olma nedeniyle deneklerin sontest puanlarını artırabilir. İç geçerlik için koşulların sağlanması durumunda, böyle bir tehdidin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak kovaryans analizi gibi istatistiksel bir çözüm bulunmaktadır” (Büyüköztürk, 2012, s. 190). Bu nedenle öntestlerin bağımlı değişkenler üzerinde etkisini kontrol etmek amacıyla veri analizinde kovaryans analizi (MANCOVA) kullanılmıştır.

Çalışmanın dış geçerliliğini yani genellenebilir olmasını sağlamak adına da bazı önlemler alınmıştır, bunlar şöyle ifade edilebilir;

1. Bir çalışmada ulaşılan sonucun benzer özellikleri taşıyan daha büyük gruplara genellenebilmesi yani örneklem ile yapılan bir çalışmanın dış geçerliliğinin sağlanması, bir temsil sorunudur. Evrenden seçilen örneklem sayısı ne kadar büyük olursa genellenebilir olma derecesi o oranda artar gibi görünse de aslında önemli ve öncelikli olan örneklemin büyüklüğü değil evreni temsil edebilme özelliğidir (Can, 2016). “Tamamıyla benzeşik (homojen) olmayan bir evrenden seçilen örneklemin evreni temsil edebilmesinde en temel kural yansızlıktır ve yansızlık evrendeki her varlığın örneklem içinde yer alabilme olasılığının bağımsız ve birbirine eşit kılma durumudur” (Karasar, 2005, s. 112). Bu kural çerçevesinde örneklem sınıf

öğretmenliği öğretmen adaylarından olasılığa dayalı örnekleme yöntemi ile tamamen yansız olarak seçilmiştir. A grubu öğretmen adayları tesadüfi olarak pilot uygulamalara katılmış, B grubu öğretmen adayları da tamamen yansızlık ilkesine dayanarak denk iki gruba ayrılmış ve tesadüfi olarak deney ve kontrol gruplarına atanmıştır. Bu nedenle örneklemede evrenden önemli bir farklılaşma olmadığı ve evreni temsil etme gücüne sahip olduğu kabul edilmiştir.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### IV. BULGULAR

Bu bölümde veri analizi sonucunda elde edilen bulgular araştırmanın alt problemleri doğrultusunda sunulmuştur.

#### 4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Deney grubu öğretmen adaylarının uygulama öntest ve sontest;

- matematik başarı,
- matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
- STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”

Sorusu bu bölümde yanıt aranan araştırma sorusudur. Deney grubunda bulunan sınıf öğretmeni adaylarının bu ölçeklere ait öntest ve sontest puanlarının karşılaştırılması ilişkili örneklem t testi ile yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18: Deney Grubuna ait Öntest-Sontest Puanlarının İlişkili Örneklem t Testi ile Karşılaştırılması

		N	$\bar{X}$	ss	t	sd	p
MBT	Öntest	23	9,35	4,51	4,90	22	0,000*
	Sontest	23	15,35	3,77			
MPÇİİÖ	Öntest	23	93,32	12,70	12,71	22	0,000*
	Sontest	23	129,89	9,68			
FFÖ	Öntest	23	66,63	7,50	3,15	22	0,005*
	Sontest	23	72,91	7,23			

\*p<0,05

Tablo 18’de görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının matematik başarıları öntest ve sontest puanları karşılaştırıldığında başarı düzeylerinde anlamlı bir fark olduğu görülmektedir  $t(22)= 4,90$ ,  $p<0,05$ . Öğretmen adaylarının sontest puanları ( $\bar{X}=15,35$ ) öntest puanlarına göre ( $\bar{X}=9,35$ ) önemli ölçüde artmıştır. Bu sonuçlara göre deney

grubunun öntest ve sontest puanları arasında anlamlı fark vardır. STEM eğitimi öğretmen adaylarının matematik başarısını artırmıştır.

STEM eğitiminin uygulandığı deney grubundaki öğretmen adaylarının MPÇİİÖ'den aldıkları öntest ve sontest puanları karşılaştırıldığında puanlar arasında anlamlı fark olduğu görülmektedir,  $t(22)=12,71$ ,  $p<0,05$ . Deney grubunun sontest puanları ( $\bar{X}=129,89$ ), öntest puanlarından ( $\bar{X}=93,32$ ) daha yüksektir. Bu durumda STEM eğitiminin öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin inançlarını artırdığı ifade edilebilir.

Deney grubunun FFÖ öntest ve sontest puanları arasında anlamlı fark vardır,  $t(22)=3,15$ ,  $p<0,05$ . Öğretmen adaylarının son test puanları ortalaması ( $\bar{X}=72,91$ ) öntest puanları ortalamasından ( $\bar{X}=66,63$ ) anlamlı derecede yüksektir. Bu nedenle STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik farkındalık düzeylerini anlamlı olarak artırdığı görülmektedir.

Ayrıca deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının matematik başarıları konulara göre incelenmiş ve öğretmen adaylarının ortalama puanları Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19: Deney Grubunun Öntest ve Sontest Matematik Doğrularının Konulara göre Dağılımının İncelenmesi

Deney Grubu	Katı Cisimlerin Alan Hacimleri		Trigonometri		Koordinat Sistemi							
	Öntest		Sontest		Öntest		Sontest					
	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss				
	1,65	1,77	2,17	1,85	3,39	2,01	4,21	1,75	4,30	1,81	5,30	1,63

Tablo 19'da görüldüğü üzere öğretmen adaylarının “katı cisimlerin alan hacimleri” konusundaki öntest puan ortalamaları  $\bar{X}=1,65$  iken sontestte  $\bar{X}=2,17$ 'ye yükselmiştir. “Trigonometri” konusunda öntestte  $\bar{X}=3,39$  iken sontestte  $\bar{X}=4,21$ 'e; “koordinat sistemi” konusunda ise  $\bar{X}=4,30$  iken sontestte  $\bar{X}=5,30$ 'a yükseldiği görülmektedir. Bu durumda deney grubunun tüm konulara ait puanlarında artış yaşandığı söylenebilir.

#### 4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest ve sontest;



- a) matematik başarı,
- b) matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
- c) STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?"

Kontrol grubunda bulunan sınıf öğretmeni adaylarının MBT, MPCİİÖ ve FFÖ öntest ve sontest puanları ilişkili örneklem t testi ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20: Kontrol Grubuna ait Öntest-Sontest Puanlarının İlişkili Örneklem t Testi ile Karşılaştırılması

		N	$\bar{X}$	ss	t	sd	p
MBT	Öntest	23	9,21	5,11	2,10	22	0,047*
	Sontest	23	12,13	4,71			
MPCİİÖ	Öntest	23	90,70	8,86	10,15	22	0,000*
	Sontest	23	122,73	11,97			
FFÖ	Öntest	23	64,35	6,82	1,66	22	0,112
	Sontest	23	68,21	7,89			

\*p<0,05

Tablo 20’de görüldüğü üzere, kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının matematik başarıları testinden aldıkları öntest ve sontest puanları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir  $t(22)= 2,10$ ,  $p<0,05$ . Öğretmen adaylarının sontest puanları ( $\bar{X}=12,13$ ) öntest puanlarından ( $\bar{X}=9,21$ ) daha yüksektir. Geleneksel eğitim öğretmen adaylarının matematik başarılarını artırmıştır.

Geleneksel yöntemin sürdürüldüğü kontrol grubundaki öğretmen adaylarının MPCİİÖ öntest ve sontest puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur,  $t(22)=10,15$ ,  $p<0,05$ . Kontrol grubunun sontest puanları ( $\bar{X}=122,73$ ), öntest puanlarından ( $\bar{X}=90,70$ ) daha yüksektir. Bu durumda geleneksel eğitimin öğretmen adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin inançlarını artırdığı görülmektedir.

Kontrol grubuna ait FFÖ öntest ve sontest puanları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark çıkmamıştır,  $t(22)=1,66$ ,  $p>0,05$ . Geleneksel eğitim alan öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarında anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının matematik başarı testinde öntest ve sontest puan ortalamaları konulara göre incelenmiş ve sonuçlar Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21: Kontrol Grubunun Öntest ve Sontest Matematik Doğrularının Konulara göre Dağılımının İncelenmesi

Kontrol Grubu	Katı Cisimlerin Alan Hacimleri		Trigonometri		Koordinat Sistemi							
	Öntest		Sontest		Öntest		Sontest					
	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss	$\bar{X}$	ss				
	1,91	1,85	2,13	2,02	3,00	2,15	3,04	1,84	4,30	2,22	4,56	2,08

Tablo 21’de görüldüğü üzere kontrol grubu öğretmen adaylarının “katı cisimlerin alan hacimleri” konusundaki öntest puan ortalamaları  $\bar{X}=1,91$  iken sontestte  $\bar{X}=2,13$ ’e yükselmiştir. “Trigonometri” konusunda puan ortalamaları öntestte  $\bar{X}=3,00$  iken sontestte  $\bar{X}=3,04$  olarak görülmektedir ve düşük oranda bir artış görülmektedir. “Koordinat sistemi” konusunda ise  $\bar{X}=4,30$  iken sontestte  $\bar{X}=4,56$ ’ya yükseldiği görülmektedir.

#### 4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest puanları kontrol altına alındığında sontest;

- matematik başarı,
- matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç,
- STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?”

Araştırmanın üçüncü alt probleminin analizinde bağımlı değişkenin birden çok olması ve gruplara ait öntestlerin ortak etkisini eşitlemek amacıyla deney ve kontrol gruplarına ait sontest puanları MANCOVA ile karşılaştırılmıştır. Yapılan MANCOVA analizleri sonucunda elde edilen deney ve kontrol gruplarının MBT, MPCİİÖ ve FFÖ son test puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 22’de görülmektedir.

Tablo 22: Deney ve Kontrol Gruplarının Sontest Puanlarının Düzeltilmiş Ortalamaları

		N	$\bar{X}$	Düzeltilmiş $\bar{X}$
MBT	Deney	23	15,35	15,39
	Kontrol	23	12,13	12,08
MPÇİÖ	Deney	23	129,89	129,93
	Kontrol	23	122,73	122,69
FFÖ	Deney	23	72,91	72,83
	Kontrol	23	68,21	68,29

Tablo 22 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının son testlerine ait puan ortalamalarının ve düzeltilmiş puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Uygulanan yöntemin etkisini belirlemek üzere MANCOVA test sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23: Deneysel Desenin Etkisine İlişkin MANCOVA Analizinin Sonuçları

Etki	Wilks’ Lambda	Hipotez sd	Hata sd	F	p	$\eta^2$
Intercept sabit	0,33	3	39	26,11	0,000	0,668
MBT öntest	0,83	3	39	2,68	0,060	0,171
MPÇİÖ öntest	0,95	3	39	0,72	0,547	0,052
FFÖ öntest	0,96	3	39	0,57	0,635	0,042
Grup	0,76	3	39	4,08	0,013*	0,239

\*p<0,05

Tablo 23’de gruplar arasında fark olup olmadığına dair yapılan MANCOVA analizinin sonuçları görülmektedir. Bu çalışmada bağımlı değişkenler MBT, MPÇİÖ ve FFÖ sontestlerdir. Kovaryantlar öntestlerin etkisini istatistiksel olarak eşitlemek için kullanılmıştır. Çalışmanın kovaryantları olarak MBT, MPÇİÖ ve FFÖ öntestleri olarak belirlenmiştir. Sabit faktör olarak da gruplar belirlenmiştir. Tabloya göre grup açısından anlamlı fark çıkmıştır. Yani kovaryantlar bu çalışma için önemlilik arz etmektedir. Bu kovaryantlarla öğrencilerin karşılaştırılması uygun şekilde yürütülebilir sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar ışığında, “H<sub>0</sub>: Deney ve kontrol grubu öğretmen adaylarının öntest puanları kontrol altına alındığında uygulama sonrasındaki matematik başarısı, matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç ve STEM farkındalık puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık yoktur” hipotezi reddedilmiştir. Son testler arasında anlamlı fark vardır.

Tablo 24: MBT Son testlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	$\eta^2$
Doğrulanmış model	127,59	4	31,90	1,65	0,181	0,139
Intercept	105,08	1	105,08	5,43	0,025	0,117
MBT öntest	2,77	1	2,77	0,14	0,707	0,003
MPÇİİÖ öntest	6,42	1	6,42	0,33	0,568	0,008
FFÖ öntest	0,71	1	0,71	0,04	0,850	0,001
Gruplar	122,58	1	122,57	6,34	0,016*	0,134
Hata	793,28	41	19,35			
Toplam	9604,00	46				
Düzeltilmiş toplam	920,87	45				

\*p&lt;0,05

Tablo 24’de görüldüğü üzere, deney ve kontrol gruplarının öntest puanları kontrol altına alındığında matematik başarısı son test puanları arasında anlamlı fark vardır, [F(1-41)=6,34, p<0,05]. Deney grubunun puan ortalamalarının ( $\bar{X}$ =15,39) kontrol grubundan ( $\bar{X}$ =12,08) daha yüksek olduğu görülmektedir. STEM eğitiminin matematik başarısının artırılmasında geleneksel yönteme göre daha etkili olduğu ifade edilebilir. Hesaplanan etakare ( $\eta^2$ ) değeri etki büyüklüğünün geniş düzeyde olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2012).

Tablo 25: MPÇİİÖ Sontestlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	$\eta^2$
Doğrulanmış model	637,81	4	159,45	3,06	0,027	0,230
Intercept sabit	1929,34	1	1929,34	37,01	0,000	0,474
MBT öntest	384,10	1	384,10	7,37	0,010	0,152
MPÇİİÖ öntest	3,01	1	3,01	0,06	0,811	0,001
FFÖ öntest	13,39	1	13,39	0,26	0,615	0,006
Gruplar	229,39	1	229,39	4,40	0,052	0,097
Hata	2137,50	41	52,13			
Toplam	231830,00	46				
Düzeltilmiş toplam	2775,30	45				

Tablo 25’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarının öntest puanları kontrol altına alındığında matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç son test puanları arasında anlamlı fark bulunamamıştır, F(1-41)=4,40, p>0,05. Deney grubunun puan ortalamalarının ( $\bar{X}$ =129,93) kontrol grubundan ( $\bar{X}$ =122,69) daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak sonuçlar anlamlı olmadığı için STEM eğitiminin öğretmen

adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin inançları üzerinde geleneksel eğitime göre daha etkili olduğunu söylemek mümkün değildir.

Tablo 26: FFÖ Sontestlerinin Karşılaştırılmasına ait MANCOVA Sonuçları

Kaynak	Kareler toplamı	sd	Kareler ortalaması	F	p	$\eta^2$
Doğrulanmış model	1014,91	4	253,73	2,17	0,089	0,175
Intercept sabit	6591,52	1	6591,52	56,39	0,000	0,579
MBT öntest	162,96	1	162,96	1,39	0,245	0,033
MPÇİİÖ öntest	157,27	1	157,27	1,35	0,253	0,032
FFÖ öntest	255,88	1	255,88	2,19	0,147	0,051
Gruplar	584,68	1	584,68	5,00	0,031*	0,109
Hata	4792,28	41	116,89			
Toplam	739779,37	46				
Düzeltilmiş toplam	5807,19	45				

\*p<0,05

Tablo 26’da görüldüğü üzere, öğretmen adaylarının öntest puanları kontrol altına alındığında uygulama sonrasındaki STEM farkındalık puanları arasında anlamlı farklılık bulunmuştur  $F(1-40)=5,00$ ,  $p<0,05$ . Deney grubu puan ortalamalarının ( $\bar{X}=72,83$ ) kontrol grubundan ( $\bar{X}=68,29$ ) daha yüksek olduğu bu nedenle STEM eğitiminin öğretmen adaylarının STEM farkındalık düzeylerini artırmada önemli etkisinin olduğu görülmüştür. Etakare ( $\eta^2$ ) değeri ise orta düzeyde bir etki olduğunu göstermiştir (Büyüköztürk, 2012).

#### 4.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

“STEM eğitimi uygulamalarının öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisi nasıldır?”

STEM eğitimi uygulamalarının yapıldığı deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin gelişimi etkinliklerde öğretmen adaylarının çözdükleri PTÇK’nın analizi ile incelenmiş ve ulaşılan sonuçlar bu bölümde sunulmuştur. Ayrıca gruplardan birine ait problem temelli çalışma kağıtları da bu bölümde analiz edilmiştir.

##### 4.4.1 Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi

STEM eğitiminde uygulanan problem çözme temelli etkinliklerin her birinde öğretmen adaylarının işbirlikli gruplarla çözdükleri PTÇK üç farklı puanlayıcı tarafından dereceli puanlama anahtarına göre değerlendirilmiştir. Yapılan

puanlamalar arasındaki uyum sınıfıçı korelasyon katsayısı ile değeriendirilmiş ve puanlayıcılar arasında yüksek uyum olduğu görülmüştür. Puanlayıcıların etkinliklere verdikleri puan ortalamaları ise Tablo 27’de görülmektedir.

**Tablo 27: Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gelişimi**

		Etkinliklere ait Puanlamaların Ortalamaları ( $\bar{X}$ )
Gruplara ait etkinlikler	1. Etkinlik- Bina Modelleme	4,59
	2. Etkinlik- Teodolit Tasarımı	6,87
	3. Etkinlik- Simülasyon Tasarımı	7,26
	4. Etkinlik- Oyun Tasarımı	7,86

Tablo 27’de puanlayıcıların gruplara verdikleri puanların ortalamaları görülmektedir. Tablo incelendiğinde, grupların problem temelli etkinliklerden aldıkları toplam puanlarda etkinlik sırasına göre düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Tabloda görüldüğü üzere birinci etkinliğe ait grupların puan ortalamaları  $\bar{X}=4,59$ , ikinci etkinliğe ait puan ortalamaları  $\bar{X}=6,87$ , üçüncü etkinliğe ait puan ortalaması  $\bar{X}=7,26$  ve dördüncü etkinlikte tüm grupların problem çözme becerileri puan ortalaması  $\bar{X}=7,86$  olarak belirlenmiştir. Grupların toplam puanlarının ortalamalarındaki artış, uygulamalar esnasında öğretmen adaylarının problem çözme becerilerindeki gelişimi göstermektedir. Grupların birçoğu başlangıçta etkinliklerde verilen problemi yanlış veya eksik çözerken zaman içinde verilen problem temelli kağıtları çözebilir hale gelmişlerdir. Bu durumda STEM eğitiminin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinde gelişim sağladığından bahsedilebilir.

#### **4.4.2 STEM Etkinliklerinde Çözülen PTÇK’nın Analizi**

Bu bölümde problem çözme becerilerindeki gelişimi göstermesi açısından dördüncü grubun tüm etkinliklerde çözdüğü problem temelli çalışma kağıtları analiz edilmiştir.

### \*) Silindirik Prizma

$$H = \pi r^2 h = 3000$$

$$3 \cdot r^2 \cdot 10 = 3000$$

$$r^2 = 100$$

$$r = 10$$

$$\begin{aligned} 4 \cdot A &= 2\pi r^2 + 2\pi r \cdot h \\ &= 2 \cdot 3 \cdot 100 + 2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 10 \\ &= 600 + 600 \\ &= 1200 \end{aligned}$$

### - Kare Prizma

$$H = a^2 \cdot b = 3000$$

$$= a^2 \cdot 10 = 3000$$

$$a^2 = 300$$

$$a = 10\sqrt{3}$$

$$4 \cdot A = 2a^2 + 4ab$$

$$= 600 + 4 \cdot 10\sqrt{3} \cdot 10$$

$$= 600 + 400\sqrt{3}$$

$$600 + 692 = 1292$$

### - Düzgen Altıgen Prizma :

$$H = \frac{3}{2} a^2 \sqrt{3} \cdot h = 3000$$

$$\frac{3}{2} a^2 \sqrt{3} \cdot 10 = 3000$$

$$3a^2 \sqrt{3} = 600$$

$$a^2 \sqrt{3} = 200$$

$$4 \cdot A = 3a^2 + 6ah$$

$$= 600 + 600$$

### - Etkenir Üçgen Prizma :

$$K. Silindirik = \pi r^2 h = 3 \cdot 100 \cdot 10$$

$$3000 \text{ m}^3$$

$$B. Silindirik = \pi r^2 h = 3 \cdot (0,2)^2 \cdot 10$$

$$3 \cdot 100 \cdot 0,04 \cdot 10$$

$$3121,2$$



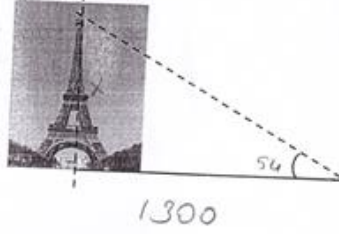
Şekil 5: Dördüncü Gruba ait Birinci Problem Temelli Çalışma Kağıdı

Şekil 5'de görüldüğü üzere dördüncü grup birinci problemi kısmen çözebilmiştir. Verilen ölçülere göre tüm şekillerin yüzey alanını doğru olarak hesaplayamamış ve istenen karşılaştırmaları yapamamışlardır. Doğru sonuca ulaşamayınca işlemleri yarıda bıraktıkları görülmektedir. Tüm cisimlerin yüzey alanlarını hesaplayamadıkları için net bir sonuca ulaşamamış, istenilen şekil konusunda karar verememiştir. Dolayısıyla metraj hesabı hiç yapamamışlardır.

EK 2. Çalışma Yaprağı

Görev: Ölçülmesi zor olan yükseklikleri (dağ, bina, kule gibi) ölçmek için bir teodolit modeli tasarlayın.

I. DURUM:



1300

$$\tan 54 = 1,39$$

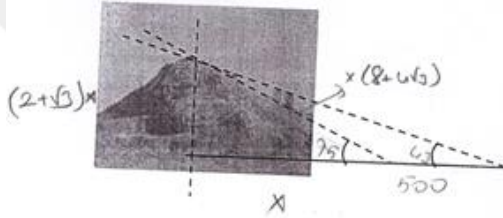
Bulduğumuz noktadan 1300 m uzaklıktaki bir kulenin tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $54^\circ$  lik açı yapıyorsa kulenin yüksekliğini bulunuz.

$$\frac{x}{1300} = 1,39 = \frac{x}{1300} = \frac{139}{100}$$

$$x = 1781$$

$$619,9840095148 \text{ m}$$

II. DURUM:



Bir dağın tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $43^\circ$  lik açı yapıyorken, 500 m ilerleyerek dağa yaklaştığımızda ve tekrar ölçüm yaptığımızda dağın tepe noktasının yatayla  $75^\circ$  lik açı yaptığını ölçüyoruz. Buna göre dağın yüksekliği nedir?

$$\tan 43 = \frac{(2+\sqrt{3})x}{x} = 2+\sqrt{3} = 0,93251509 \quad \frac{x \cdot 373}{100}$$

$$\frac{373x}{500+x} = 93$$

$$\frac{373x}{100} - \frac{1}{(500+x)} = \frac{93}{100}$$

$$500+x$$

$$x \cdot (2+\sqrt{3}) =$$

$$= 619,9840095148$$

$$46.500 + 93x = 373x$$

$$46.500 = 280x =$$

Şekil 6: Dördüncü Gruba ait İkinci Problem Temelli Çalışma Kağıdı

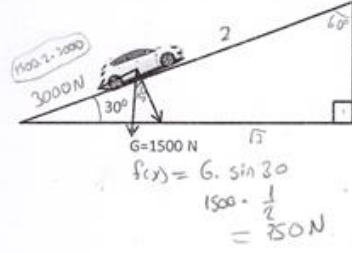
Dördüncü grubun ikinci etkinlikte çözdükleri problem temelli çalışma kağıdı Şekil 6'da görülmektedir. Grup birinci durumda verilen problem durumunu çözebilmiş ve doğru sonuca ulaşmıştır. Ancak ikinci durumda verilen biraz daha karmaşık olan problem durumunu çözmeye çalıştıkları ve farklı işlemlerle sonuca ulaşmaya çalıştıkları görülmektedir. Dördüncü grup ikinci problem temelli çalışma kağıdını birinciye göre daha fazla çözebilmiştir.



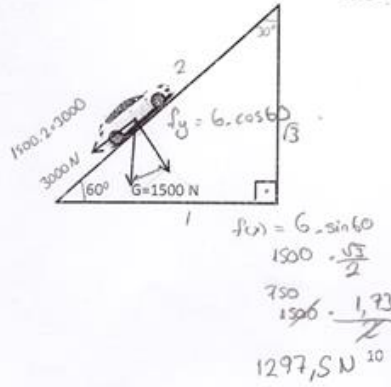
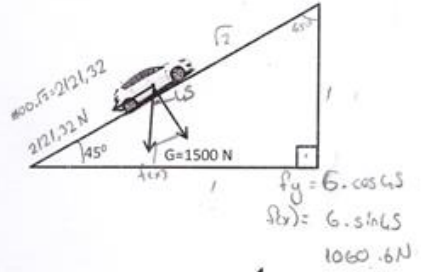
#### EK 1. Çalışma Yaprağı

Görev: a. Bir binanın altına kapalı otopark yapılacaktır. 30°, 45°, 60° açılarla yapılan eğimli yolda 1500 N ağırlığındaki bir otomobilin hareketi nasıl olur? Otomobilin dikey ve yatay ağırlık bileşenlerini bulunuz. Buna göre otomobilin en güvenli hareketi için en uygun yol eğimine karar veriniz.

b. Bu garaj yolunu bilgisayar ortamında görselleştiriniz. Algodoo programını kullanarak eğik düzlemin açılarına göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon hazırlayınız.



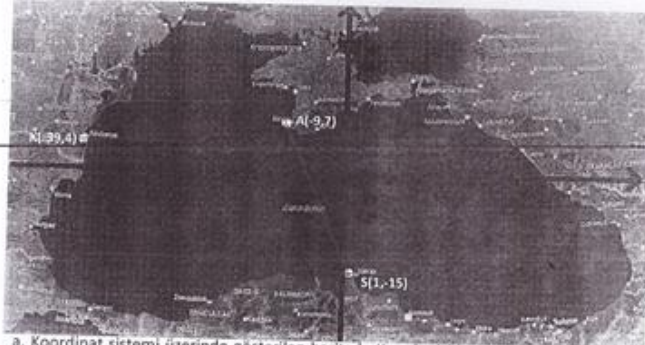
Eğim arttıkça aracın yolkuş aşağı ağırlığı da artar. Bu yüzden en güvenli yol eğimin az olduğu yoldur.



Şekil 7: Dördüncü Gruba ait Üçüncü Problem Temelli Çalışma Kağıdı

Şekil 7’de, dördüncü grup tarafından çözülen üçüncü etkinliğe ait problem temelli çalışma kağıdı görülmektedir. Dördüncü grubun her üç problem durumunu da çözdükleri ve doğru sonuçlara ulaştıkları görülmektedir. İşlem sonucuna dayanarak yaptıkları çıkarsama da işlemi anladıklarını göstermektedir.

Ek 2. Tasarım İçin Harita



a. Koordinat sistemi üzerinde gösterilen haritada Karadeniz'de Sinop (Inceburun) – Akçay – Köstence arasında sefer yapan bir geminin Sinop'tan başlayarak geri Sinop'a döndüğünde aldığı toplam yolu bulunuz (Ek 2).

b. Sinop-Akçay arasındaki uzaklığı hesaplayan bir algoritma yazın.

c. Geliştirmiş olduğunuz algoritmayı kullanarak scratch programı ile bir oyun tasarlayın.

$$1. \text{Yol} = |AB| = \sqrt{(-9-(-39))^2 + (7-4)^2} = \sqrt{100+484} = \sqrt{584}$$

$$2. \text{Yol} = |BC| = \sqrt{(9-(-39))^2 + (7-4)^2} = \sqrt{900+9} = \sqrt{909}$$

$$3. \text{Yol} = |CA| = \sqrt{(-39-(-9))^2 + (4-(-15))^2} = \sqrt{40^2+19^2} = \sqrt{1961}$$

$$1. \text{Yol} = \sqrt{584} = 24,16$$

$$2. \text{Yol} = \sqrt{909} = 30,14$$

$$3. \text{Yol} = \sqrt{1961} = 44,28$$

$$\text{Toplam Yol} = 98,58 \text{ br}$$

- b)
- 1- Başla
  - 2- Sinop'un koordinatlarını gir
  - 3- Akçay'ın koordinatlarını gir
  - 4- Uzaklıg. hesapla
  - 5- Uzaklıg. göster
  - 6- Bitiş

Şekil 8: Dördüncü Gruba ait Dördüncü Problem Temelli Çalışma Kağıdı

Şekil 8'de dördüncü grubun dördüncü etkinliğine ait problem temelli çalışma kağıdı görülmektedir. Öğretmen adayları problem durumunda verilen uzaklığı doğru olarak hesaplayabilmiş ve net sonuca ulaşmıştır. Ayrıca problemin devamında istenen algoritmayı da doğru olarak yazabilmiştir.

#### 4.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Öğretmen adaylarının geliştirdikleri STEM projelerinin niteliği nasıldır?”

Bu bölümde öğretmen adaylarının geliştirdikleri STEM projelerinin niteliği incelenmiş ve çalışma kapsamında geliştirilen projelerden örnekler sunulmuştur.

#### **4.5.1 Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinin Nitelikleri**

STEM etkinliklerinde öğretmen adaylarının geliştirdiği tasarım temelli projeler iki farklı puanlayıcı tarafından puanlanmış ve yapılan puanlamalara göre projelerin nitelikleri Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 28: Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinin Nitelikleri

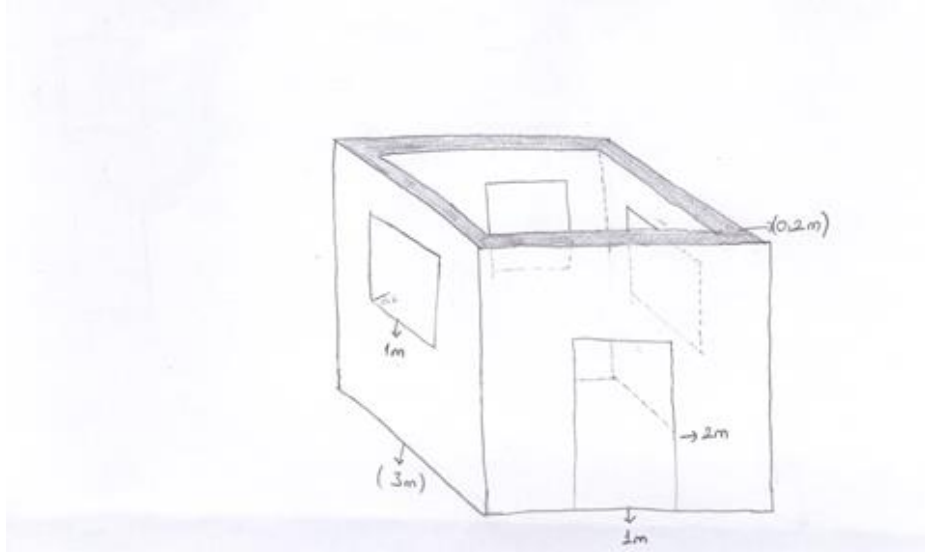
Projelerin Nitelikleri	Puan Aralığı	f	%
Nitelikli	18-26	12	60
Yeterli	9-17	6	30
Yetersiz	0-8	2	10
Toplam		20	100

Tablo 28’de görüldüğü üzere öğretmen adaylarının STEM eğitimi konusunda geliştirdikleri projelerin % 60’ı nitelikli (f=12) düzeyde bulunmuştur. Projelerin % 30’unun yeterli (f=6) düzeyde olduğu görülmüştür. % 10 oranında ise projeler yetersiz (f=2) bulunmuştur. Bu durumda öğretmen adaylarının çoğunlukla nitelikli düzeyde STEM proje gerçekleştirdikleri sonucu çıkarılabilir.

#### **4.5.2 Öğretmen Adaylarının Geliştirdikleri STEM Projelerinden Örnekler**

Öğretmen adaylarının etkinliklerden sonra gerçekleştirdikleri projelerden bazı örnekler şu şekildedir;

Şekil 9’da öğretmen adaylarının okul bahçesine bekçi kulübesi yapılması konusunda hazırladıkları proje ödevi görülmektedir. Bu proje ödevinde öğretmen adayları hem hesaplamaları eksiksiz olarak yaparak doğru sonuca ulaşmıştır. Hem de çizimleri doğru olarak yapmıştır. Bu nedenle bu projeyi “nitelikli” olarak değerlendirmek mümkündür.

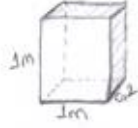


20cm = 0,2m dir.  
 $3m - 0,2m = 2,8m$

$V_1 = 3^3 = 27m^3$  (Tüm hacim)

$V_2 = (2,8)^2 = 17,576 m^3$

$V_1 - V_2 = 27 - 17,576 = 9,424 m^3$

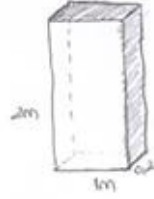


$V_{pencere} = (1,0,2) \cdot 1 = 0,2m^3$

$3 \cdot 0,2 = 0,6m^3$  (pencerelerin toplam hacmi)

$0,6 + 0,6 = 1,2m^3$

$9,424 - 1,2 = 8,224$



$V_{kapı} = (1,0,2) \cdot 2 = 0,4m^3$

METRAJ HESABI

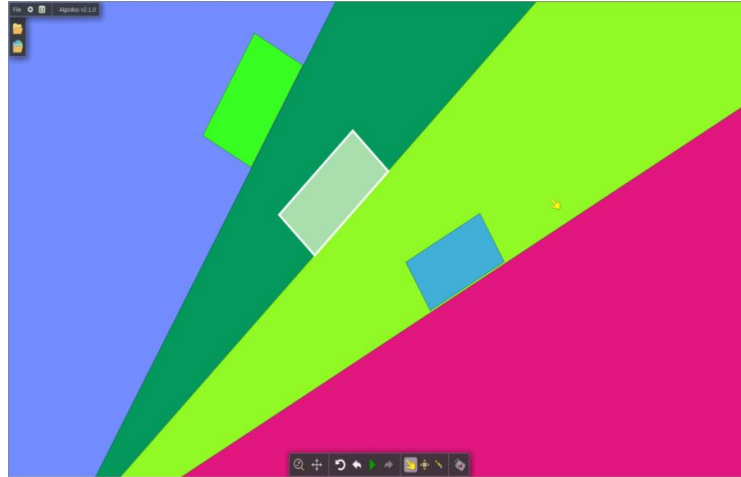
$8,424 \cdot 147,5 = 843,7 +$

Şekil 9: Birinci Etkinliğe ait Bir Bekçi Kulübesi Projesi



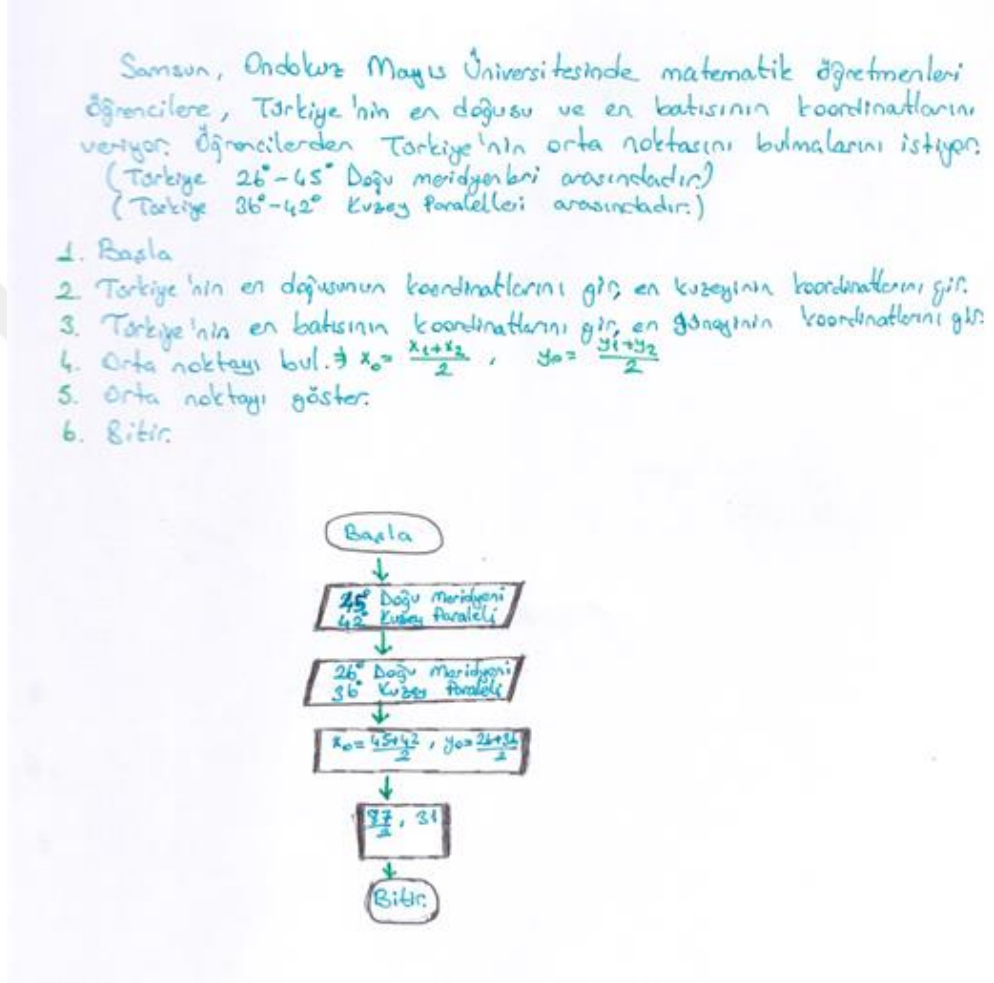
Şekil 10: İkinci Etkinliğe ait Bir Teodolit Projesi

Şekil 10’da öğretmen adaylarından bir grubun ikinci etkinlikte gerçekleştirdikleri teodolit projesi görülmektedir. Bu projenin merceklerin yerleştirilmesi, görüntü netliğinin ayarlanması, belirlenen odak noktası ile ölçülmek istenen açının ölçülmesi açısından projenin hedeflerini karşıladığı belirlenmiştir. Bu nedenle bu proje “nitelikli” düzeyde kabul edilmiştir.



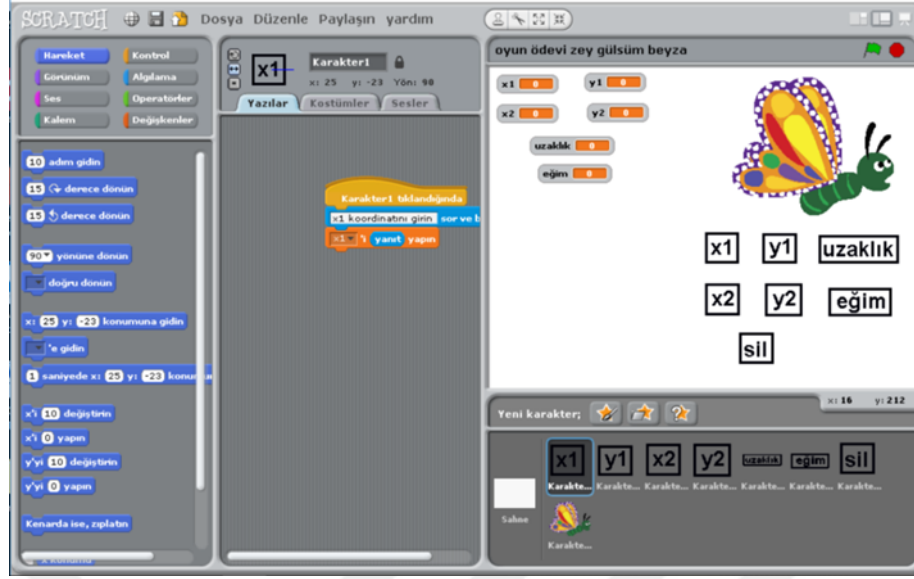
Şekil 11: Üçüncü Etkinliğe ait Bir Simülasyon Tasarımı Projesi

Şekil 10’da üçüncü etkinlikten sonra gerçekleştirilen simülasyon tasarımı konusunda hazırlanmış bir proje görülmektedir. Projenin genel özellikleri itibariyle çalışmanın hedeflerini karşılama da görsel tasarım açısından bazı eksikliklerinin olduğu ve simülasyon başlatıldığında cisimlerin hareketinde bazı aksaklıkların yaşandığı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu proje “yeterli” düzeyde kabul edilmiştir.



Şekil 12: Dördüncü Etkinliğe ait Bir Algoritma Projesi

Şekil 11’de dördüncü etkinliğe ait bir proje görülmektedir. Dördüncü etkinlikten sonra verilen bu proje ödevinde öğretmen adaylarından koordinat sistemine yönelik bir oyun tasarımları ve buna ilişkin bir algoritma yazmaları istenmiştir. Ancak Şekil 11’de öğretmen adaylarının özel bir problem durumunu algoritma olarak kağıda yansıttıkları görülmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının algoritma yazma konusunu tam olarak anlayamamış oldukları ifade edilebilir. Bu proje “yetersiz” düzeyde kabul edilmiştir.



Şekil 13: Dördüncü Etkinliğe ait Bir Oyun Tasarımı Projesi

Şekil 12’de öğretmen adaylarının oyun tasarımı konusunda gerçekleştirdikleri bir proje görülmektedir. Bu projede istenen herhangi iki nokta arası uzaklığı ve eğimi hesaplayan bir algoritma yazmışlar ve oyun tasarlamışlardır. Oyunda, oyuncudan istediği koordinatları girmesi istenmektedir. “Uzaklık” tuşuna basıldığında iki nokta arası uzaklığı hesaplayan ve “eğim” tuşuna basıldığında girilen iki nokta arasındaki eğimi hesaplayan bir oyun tasarlamışlardır. Oyun doğru olarak çalıştığı için bu proje “nitelikli” olarak değerlendirilmiştir.

#### 4.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

“Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri nelerdir?”

Öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri üç tema altında incelenerek sunulmuştur. Bu temalar; öğretmen adaylarının STEM eğitimi ortamında matematiksel yeterliliklerinin gelişimine yönelik görüşleri, 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine yönelik görüşleri ve STEM eğitimine yönelik görüşleridir.

##### 4.6.1 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Ortamında Matematiksel Yeterliliklerinin Gelişimine Yönelik Görüşleri

Öğretmen adaylarıyla STEM eğitimi ortamında matematiksel yeterliliklerinin gelişimine konusunda yapılan görüşmelerin analizi sonucu ortaya çıkan kod ve temalar Şekil 13’te sunulmuştur.



Şekil 14: Öğretmen Adaylarının Matematiksel Yeterliliklerinin Gelişimine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonuçta Çıkan Kod ve Temalar

Sınıf öğretmeni adaylarına uygulanan STEM etkinliklerinin matematiksel yeterliliklerinin gelişimine etkileri sorulduğunda hepsi olumlu görüşler belirtmişlerdir. Bu konuda ortaya çıkan kodlar ve frekansları (f) şu şekildedir; problem çözme becerileri (15), akıl yürütme (13), üç boyutlu düşünme (14), mantık geliştirme (6), tahmin becerisi (7), ilişkilendirme (11), sorgulama (5), değerlendirme (11), çıkarımda bulunma (9), analiz-sentez (3), modelleme becerisi (12), matematiksel algı (15), zihinsel gelişme (15) ve kolay kavrama (16). Öğretmen adayları STEM eğitiminin üç boyutlu düşünmeyi sağladığı ve matematiği somutlaştırdığı için problem çözme sürecini kolaylaştırdığını ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Örneğin bu konuda bir öğretmen adayı görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir: “*Bu etkinlikler güzel. Üç boyutlu düşünmemizi sağlıyor. Derste kullandığımız materyaller, yazılımlar, programlar matematiği somutlaştırıyor. Sıradan sorularda kağıtta gördüğümüz soruların diğer taraflarını göremiyoruz. Bu etkinlikler soruyu diğer açılardan görmemizi sağlıyor. Çözüm yolu kolaylaşıyor. Problemleri çözebilmemizi sağlıyor. Daha etkili oluyor.*” [Ö11]

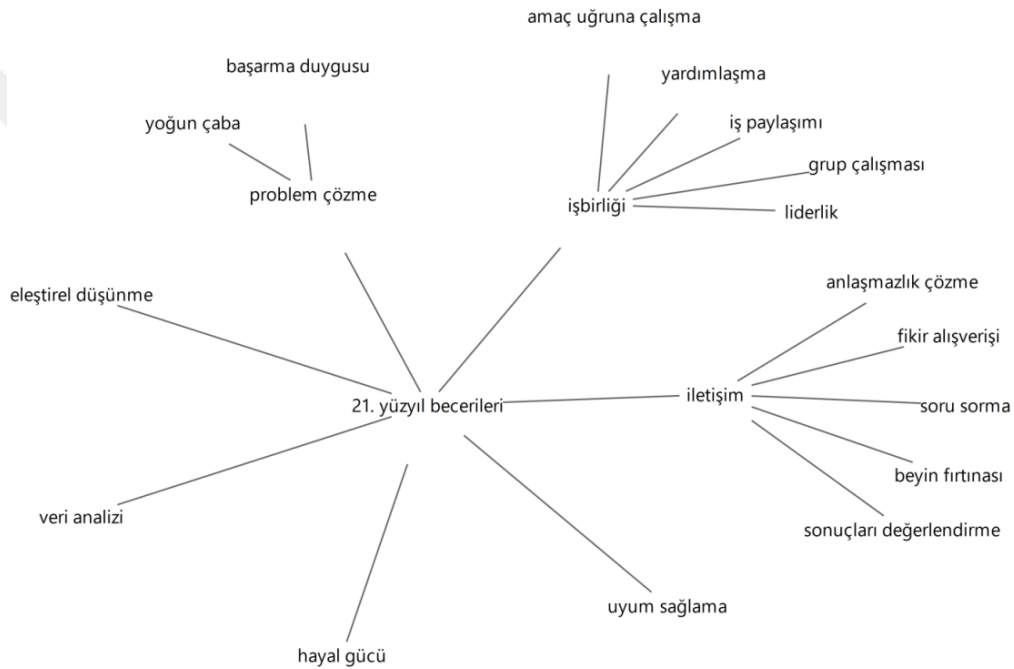
Öğretmen adayları bu eğitimin matematiği basitleştirdiğini ve daha kolay algıladıklarını, zihinsel gelişimi sağladığını ifade etmişlerdir. Ayrıca çıkarım yapma, değerlendirme, sorgulama, ilişkilendirme, modelleme, üç boyutlu düşünme, akıl yürütme, analiz-sentez gibi birçok matematiksel alanda geliştiklerini açıklamışlardır. Bir öğretmen adayının bu konudaki görüşleri şu şekildedir: “*Diğer derslere göre iyi*



bir yöntem. Hesaplama vardı, mühendislik içeren problem vardı. Modelleme vardı bilgisayarda. Düz tahtada soru çözmekten daha kalıcı oldu. Teorik anlatmak bu kadar etkili olmazdı. Üç boyutlu program daha iyi ve kalıcı öğrenmemizi sağladı. Problem çözme becerilerimiz gelişti.” [Ö4]

#### 4.6.2 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimi Ortamında 21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimine Yönelik Görüşleri

Öğretmen adayları ile STEM eğitimi ortamında 21. yüzyıl becerilerinin gelişimi konusunda yapılan görüşmelerin analizi sonucu ortaya çıkan kod ve temalar Şekil 14’te sunulmuştur.



Şekil 15: Öğretmen Adaylarının 21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar

Şekil 14’de görüldüğü üzere öğretmen adayları STEM eğitim ortamında birçok 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Bu konuda ortaya çıkan kodlar ve frekansları (f) şu şekildedir; eleştirel düşünme (5), veri analizi (17), hayal gücü (6), uyum sağlama (4), iletişim (17), anlaşmazlık çözme (2), fikir alışverişi (16), soru sorma (13), beyin fırtınası (6), sonuçları değerlendirme (13), işbirliği (16), amaç uğruna çalışma (8), yardımlaşma (15), iş paylaşımı (16), grup çalışması (16), liderlik (6), problem çözme (18), yoğun çaba (15) ve başarıma duygusu (11). Öğretmen adayları tarafından gelişimi en çok vurgulanan beceri problem çözme becerileridir.

Bununla birlikte iletişim ve işbirliği yeteneklerinin gelişimine de vurgu yapmışlardır. Örneğin bu konudaki görüşlerini bir öğretmen adayı şu şekilde ifade etmiştir; *“Sınıfta kaynaşmayı sağlıyor bence. Bizim aramızda iyi ilişkiler gelişti. Sınıfta pek iletişim yoktu. Gruplaşmalar vardı. Şimdi daha yakınlaştık. İşbirliği yaptık. Herkes eşit yaklaştı probleme. Biri fikir veriyor, diğerleri uğraşiyor. Sınıfta işbirliği ortamı oluştu.”* [Ö1]

Öğretmen adaylarının gelişimini dile getirdiği diğer 21. yüzyıl becerileri eleştirel düşünme, hayal gücü, uyum sağlama, veri analizi gibi yeteneklerdir. Bu tür yeteneklerin gelişiminde bu yaklaşımın etkili olduğunu açıklamışlardır. Bu konudaki bir görüş şu şekildedir: *“Grup çalışması arkadaşlarla birlikte daha uyumlu çalışmamızı sağlıyor. İşbirliği artırıyor. Grup çalışması olumlu katkılar sağlıyor; iletişim, görmediğin yönleri görme, farklı açılardan bakma, uyum sağlama, anlaşmazlık çözmeyi sağlıyor. Benim seviyem biraz daha iyi olduğu için önder oldum grupta, çocuklar beni takip etti. İş paylaşımı yaptık.”* [Ö16]

#### 4.6.3 Öğretmen Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Görüşleri

Öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri, STEM eğitiminin özellikleri ve STEM alanlarına yönelik görüşleri olarak iki başlık altında toplamıştır. Öğretmen adaylarının görüşleri bu iki başlık altında analiz edilmiştir.

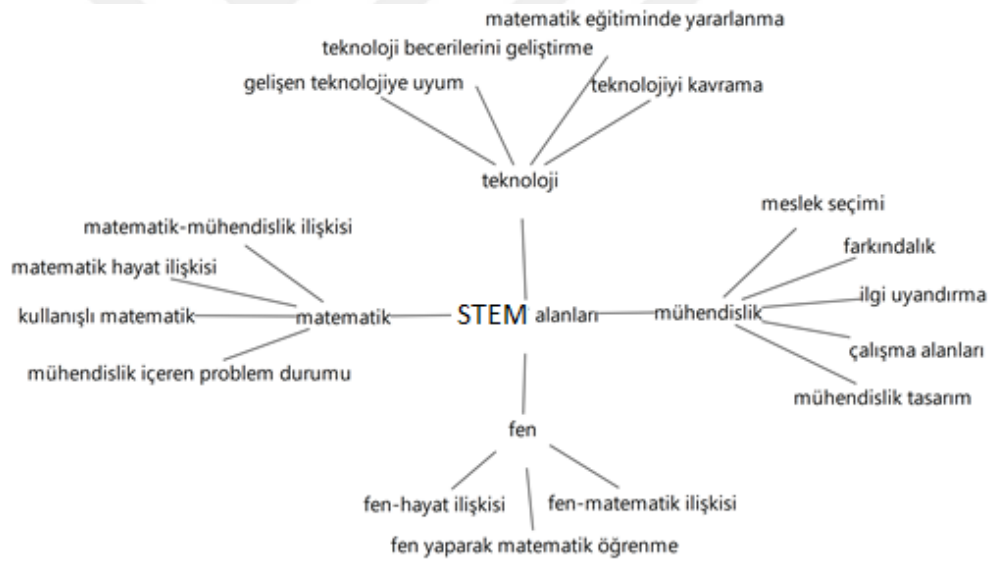


Şekil 16: Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminin Özelliklerine Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar

Şekil 15’de görüldüğü üzere, sınıf öğretmeni adaylarına STEM eğitim yaklaşımının dikkat çeken özellikleri sorulduğunda eğitim yaklaşımını olumlu ve olumsuz olmak üzere her iki yönden değerlendirmişlerdir. Dile getirilen olumlu özellikler ve frekansları (f) şunlardır; anlamlı öğrenme (8), probleme farklı açılardan bakma (8),

yaparak yaşayarak öğrenme (7), STEM uygulamalarını keşfetme (10), çok yönlü gelişim (12), aktif katılım (14), gerekli (15), etkili (13), zevkli (9), görsel (13), farklı (15), motivasyon (9), ezber değil (12). Örneğin, “Bilgiler daha kalıcı oldu, çünkü yaparak yaşayarak öğrendik.” [Ö19] Ayrıca, eğitimi zevkli ve kalıcı hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Örneğin; “İyi bir yaklaşım bence, zevkli. İlk defa bir matematik problemini bu şekilde yaptım ve zevk aldım açıkçası.” [Ö18]

Olumsuz özellikler başlığında ortaya çıkan kodlar ve frekansları (f) ise şu şekildedir; öğretmen adayları olumsuz olarak ise problemleri çözerken zorlandıkları için STEM eğitimini anlaşılması zor (4) ve kafa karıştırıcı (4), ayrıntılı (2) ve ilköğretim seviyesinde uygulanmasının zor (3) olduğunu ifade etmişlerdir. Bu konuda bir öğretmen adayının görüşleri şu şekildedir; “Mühendislik okumak isteyen gider okur. Fazlası kafa karıştırır. Faydası olacağını sanmıyorum.” [Ö17]



Şekil 17: Öğretmen Adaylarının STEM Alanlarına Yönelik Görüşlerinin Analizi Sonucu Ortaya Çıkan Kod ve Temalar

Şekil 16’da öğretmen adaylarının STEM alanlarına yönelik görüşlerinin analiziyle ortaya çıkan kod ve temalar bulunmaktadır. Kodlar fen temasında fen-hayat ilişkisi (6), fen-matematik ilişkisi (8), fen yaparak matematik öğrenme (3); mühendislik temasında meslek seçimi (11), farkındalık (13), ilgi uyandırma (13), çalışma alanları (11), mühendislik tasarımı (4); teknoloji temasında teknoloji kavrama (12), matematik

eğitiminde yararlanma (10), teknoloji becerilerini geliştirme (13), gelişen teknolojiye uyum (3) ve matematik temasında matematik-mühendislik ilişkisi (14), matematik-hayat ilişkisi (15), kullanışlı matematik (10) ve mühendislik içeren problem durumu (14) olarak ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları uygulanan eğitimin STEM alanlarına yönelik farkındalık sağladığını ifade etmişlerdir. Bu konudaki bir görüş şu şekilde ifade edilmiştir: “[Bu eğitim] Çevreye boş gözlerle bakmamayı öğretti bana. Şimdi daha düşünerek bakıyorum bir dağa, bir eve. STEM’de olan ilişki, bu ilişkilere yapılan vurgulama çevreye daha anlamlı bakmamı sağladı.” [Ö3] Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bağlantısını bu eğitim sayesinde kurduklarını ayrıca bu alanların gerçek hayatla bağlantısını kurmayı başardıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmen adayları fen ve matematik ilişkisini, bunların teknoloji ve mühendislikle ilişkisini bu eğitim sayesinde öğrendiklerini söylemiştir. Bu eğitimin bu alanların günlük hayatla ilişkisini ve iç içe olduklarını fark etmelerini sağladığını belirtmişlerdir. Örneğin; “Trigonometri konusunu fizikle ve teknoloji katarak işledik. Bu tür ilişkilendirmeler gerekli. Bu sayede bir mesleğin diğer alanlarla ilişkilerini gördük. Bir matematik probleminin çözümünde fenle ilgili konuları gördük. Matematiğin fenle ilişkili boyutunu gördük.” [Ö11]

Öğretmen adayları STEM eğitimi ile matematiğin kullanım alanlarını da gördüklerini, matematikle günlük hayatın ne kadar iç içe olduğunu fark ettiklerini, mühendislikle matematiğin ilişkisini yine bu eğitimle fark ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu konudaki bir görüş şu şekildedir; “Matematik her yerde varmış, matematik olmadan hiçbir şey olmuyormuş. Mühendislikte de var, doğada da, onu gördüm. Çok fazla uygulama alanının olduğunu, hayatımızda çok fazla yeri olduğunu gördüm. Biz sadece şu ana kadar toplama, çıkarma yapma diye biliyorduk. Meğer öyle değilmiş. Matematiği hayatla ilişkilendirmemi sağladı. Bu sayede her şeye matematik gözüyle bakmaya başladım. Matematiği seviyordum zaten, daha çok sevmemi sağladı.” [Ö3]

Öğretmen adayları bu yaklaşımın teknolojik beceriler kazandırmada, teknolojiden eğitimde yararlanmada, mühendisliğin görev alanlarını öğretme ve mühendisliğe ilgi uyandırmada, matematiği sevmeyi sağlamada etkili olabileceğini ifade etmişlerdir. Görüşlerden bir örnek şu şekildedir; “Bu yaklaşım bence ilköğretimden itibaren gerekli. Öğrencinin matematiğe ilgisi o dönemlerde başlıyor. Baştan matematiğe

*olumsuz bir tutum başlarsa öyle devam ediyor. İlerde de olumsuz yaklaştığı için bir türlü başarılı olamıyor. Bunun dışında [bu yaklaşımın] teknolojik alet üretiminde, yeni bir şey üretmede faydası olabilir. Öğrencileri yeni bir şeyler üretmeye, kullanmaya teşvik edebilir. Aslında bir açıdan mühendisliği öğretiyor öğrencilere.”*

[Ö16]



## BEŞİNCİ BÖLÜM

### V. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

#### 5.1 Sonuç ve Tartışma

Yaşamımızın tüm alanlarını etkileyen küreselleşme eğitim alanını da etkilemiş ve eğitimin yöntem, süreç ve yönetiminde gelişmiş ülkelerle entegrasyonu olarak anlaşılan “eğitimde küreselleşme” kavramı ortaya çıkmıştır (Genç ve Eryaman, 2008). Eğitimde küresel yaklaşım bütüncül yani disiplinler arası araştırma yaklaşımlarını desteklemektedir (Çelik ve Gömleksiz, 2000). Bununla birlikte küresel eğitim, tartışmayı, uzlaşmayı, ikna etmeyi, iletişim ve yönetim becerilerini destekleyen takım çalışmaları ve bilgi teknolojilerini kullanarak daha verimli bireysel öğrenmeyi sağlayan yöntemleri ön plana çıkarmaktadır (Genç ve Eryaman, 2008). Son dönemde popüler olan STEM eğitim yaklaşımının da bu yöntemlerden olduğu düşünülebilir. 21. yüzyılda ekonomik yarışın global hale gelmesiyle STEM eğitimi daha fazla önem kazanmış ve fen, teknoloji, matematik ve mühendislik konuları arasındaki geleneksel bariyerleri kaldıran ve mevcut araç ve teknolojileri kullanarak kompleks kavramsal problemlere çözüm tasarlama sürecine ve inovasyona odaklanan bütünleşik bir gayret olarak gelişmektedir (Kennedy ve Odell, 2014). Bu çalışmada lisans matematik eğitiminde STEM eğitim yaklaşımı uygulanmış ve bu yaklaşımın öğretmen adaylarının gelişimine etkileri çok yönlü olarak incelenmiştir. Çalışmanın nicel bölümü deneysel olarak gerçekleştirilmiş ve veri analizinin sonucunda, STEM eğitimi verilen deney grubunda bulunan sınıf öğretmeni adaylarının matematik başarısı, matematiksel problem çözmeye ilişkin inanç ve STEM farkındalık alanlarında gelişim gösterdiği görülmüştür. Öğretmen adaylarının her üç alanda da gelişim göstermesi STEM’in etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bilgisayar sunumlarıyla desteklenen geleneksel eğitimin devam ettiği kontrol grubunda bulunan sınıf öğretmeni adaylarının ise matematik başarısı ve matematiksel problem çözmeye ilişkin inançlar alanlarında gelişim gösterdiği görülmüş ancak STEM farkındalık alanında herhangi bir fark görülmemiştir. Yani, geleneksel eğitim öğretmen adaylarına matematik alanında başarı ve inanç sağlarken STEM alanına yönelik farkındalık sağlayamamıştır. Bu durum, öğretmen merkezli

matematik eğitiminin öğretmen adaylarının önceden beri alıştığı bir eğitim şekli olmasından kaynaklanıyor olabilir. Nitekim öğretmenin daha aktif olduğu kontrol grubu matematikte başarı sağlamıştır. Bu konuda bilgisayar sunumlarının öğretmen adaylarının farklı duyularına hitap ettiği için etkili bir öğrenme sağladığı da düşünülebilir. Deney ve kontrol gruplarının son testleri karşılaştırıldığında ise, öğretmen adaylarının matematik başarıları ve STEM farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark görülürken matematiksel problem çözmeye ilişkin inançları arasında anlamlı fark görülmemiştir. Bu durumda STEM eğitiminin geleneksel eğitime göre sınıf öğretmeni adaylarının matematik başarıları ve STEM farkındalıklarını daha fazla artırdığı söylenebilir. Ancak matematiksel problem çözmeye ilişkin inançlar açısından STEM geleneksel eğitime göre daha fazla gelişim sağlamamaktadır. STEM eğitiminin akademik başarıya etkileri konusunda literatürde farklı bulgular mevcuttur. STEM eğitiminin akademik başarıyı artırdığı birçok çalışmanın sonucunda ifade edilirken (Freeman ve diğerleri, 2014; Han ve diğerleri, 2014; Nite ve diğerleri, 2014; Öner ve diğerleri, 2016; Yıldırım ve Selvi, 2017); STEM eğitimi verilen okullar ile STEM eğitimi verilmeyen okulların başarıları karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunmadığı da görülmüştür (Öner ve Capraro, 2016). Ayrıca Teksas STEM okullarının diğer okullardan matematik ve fen başarısında açık ara önde olduğu da belirtilmiştir (NRC, 2011a). Farklı bir çalışmada ise fen ve matematik program bütünleştirmesinin matematik öğrenci başarısını fene göre daha fazla artırdığı bulunmuştur (Hurley, 2001). Bu alanda yapılan birçok araştırma STEM eğitiminin öğrencilerin tasarım yeteneklerini ve bilişsel süreç becerilerini geliştirdiğini, konuları daha iyi kavramalarını, etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını göstermiştir (Baran ve diğerleri, 2015; Karahan ve diğerleri, 2015; Quang ve diğerleri, 2015; Sümen ve Çalışıcı, 2016a; Yamak ve diğerleri, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017). Ayrıca STEM eğitiminin düşük başarılı öğrencilerin başarısında daha fazla artış sağladığı (Han ve diğerleri, 2014) veya özellikle mühendislik mesleğinde yeterince temsil edilmeyen kız öğrencilerin STEM mesleklerine yönelmesini sağladığı (Bottia ve diğerleri, 2015), kariyer gelişimlerine yönelik farkındalık ve STEM mesleklerine yönelim sağladığı (Nite ve diğerleri, 2014; Tseng ve diğerleri, 2013) gibi araştırma sonuçları STEM eğitiminin artı özelliklerini ortaya koymaktadır. Ayrıca toplumumuzda mühendisliğin erkek mesleği olarak algılanması

araştırma sonuçlarında dahi ortaya çıktığından (Koyunlu Ünlü ve Dökme, 2017), STEM eğitimi ile kız öğrencilerin mühendisliğe ilgi duyarak yetişmesi sağlanabilir.

Araştırmanın deneysel olarak kanıtlanan pozitif sonuçlarının yanı sıra, STEM eğitimi etkinliklerinde uygulanan probleme dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geliştirdiği de bulunmuştur. Gerek problem temelli çalışma kağıtlarının analizi gerekse öğretmen adaylarının ifadeleri problem çözme becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları görüşmelerde zihinsel gelişim, üç boyutlu düşünme, çıkarım, tahmin, ilişkilendirme gibi birçok alanda matematiksel beceri ve yeterliliklerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Matematikğin uygulama alanlarını gördükleri için daha anlamlı, zevkli ve kolay anlaşılır hale geldiğini belirtmişlerdir. STEM eğitiminin problem çözme becerilerini (Kopcha ve diğerleri, 2017) ve diğer matematiksel yeterlilikleri geliştirdiği diğer çalışmaların sonuçlarıyla da desteklenmektedir (Baran ve diğerleri, 2016; Irwin ve diğerleri, 2014; Taylor ve Hutton, 2013). Kelley ve Knowles (2016) öğrencilerin fen ve matematiği birbirinden kopuk ve kavramları gerçek dünyadaki uygulamalarından bağlantısız öğrendikleri için ilgi duymadıklarını belirtmektedir. Bu nedenle STEM, matematiğe ilgiyi artırabilecek bir eğitim yaklaşımıdır. Matematik eğitiminin problem çözme, uygulamalar ve üst düzey becerilere daha fazla odaklanması gerektiğini belirten Ernest (1989b) matematik öğretiminde teknoloji kullanımına daha fazla yer verilmesi gerektiğini belirtmektedir. Problem çözme ve teknolojiyi ön plana çıkaran STEM eğitiminin uygulandığı bu çalışmanın sonucunda, uygulanan etkinliklerin matematik eğitiminde başarıyı ve gelişimi sağladığı görülmüştür. Problem temelli öğrenmenin esnek bilgi, etkili problem çözme becerileri, kendi kendine öğrenme, etkili işbirliği becerileri ve içsel motivasyonu geliştiren önemli bir yöntem olduğunu belirten Hmelo Silver (2004) problem temelli öğrenmenin burada sıralanan ilk üç amacına yönelik çok çalışma bulunurken son iki amacına yönelik çok az çalışma yapıldığını belirtmektedir. Bu çalışmada STEM'in işbirliği yeteneklerini geliştirdiği bulunarak alana katkı sağladığı düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında gerçekleştirilen STEM proje ödevlerinin değerlendirilmesi sonucunda ise öğretmen adaylarının büyük oranda nitelikli düzeyde STEM projeleri gerçekleştirebildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Proje tabanlı STEM eğitiminin öğretmen adaylarının gelişimine olumlu yönde katkı sağlayarak proje uygulayabilme



becerisi kazandıkları görülmüştür. Sınıflarında STEM eğitimi vermeleri beklenen öğretmen adaylarının nitelikli STEM projesi yapabilme becerisine sahip olmaları hayati öneme sahip bir konudur. Connors-Kellgren ve diğerleri (2016) STEM eğitiminde projelerin yaratıcılık, deney ve kültürel sorumluluk, işgücü gelişimi ve STEM girişimlerine katılımda gelişim sağladığını ifade etmektedir. Ayrıca STEM proje tabanlı öğrenme öğrencilerin matematik başarısını etkilemekte; ilk yılda öğrenciler en düşük puanları alırken proje tabanlı çalıştıkları üç yıl boyunca yüksek başarılı öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla büyüme oranı göstermektedir (Han ve diğerleri, 2014). Farklı bir çalışmada ise STEM proje tabanlı öğrenme, öğrencilerin STEM ilgi ve motivasyonlarında artış sağlarken, STEM kariyerlerine ilgide % 3'lük bir artış sağlamıştır (Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014). Tseng ve diğerleri (2013) STEM'i proje tabanlı öğrenme ile birleştirmenin etki düzeyini artırdığını, anlamlı öğrenmeyi sağladığını ve öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgilerini etkilediğini ifade etmiştir. Öğrenciler STEM ile proje tabanlı öğrenmenin birleştirilmesine pozitif bakmaktadır. Bu nedenle araştırmanın bu sonuçlarının öğretmen adaylarının gelecekte bu yöntemi uygulayabilmeleri açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Benzer şekilde Çevik (2018) de proje tabanlı STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarısını ve mesleki ilgilerini olumlu yönde etkilediğini bulmuştur. Çalışma sonuçlarının bu yönüyle literatür sonuçlarıyla tutarlı olduğu görülmektedir.

Araştırmanın nitel bölümünde ulaşılan diğer bir sonuç STEM eğitiminin özellikleri olmuştur. STEM'in olumlu ve olumsuz yanlarının ifade edilmesinin yanısıra eğitimin daha çoğunlukla artı özellikleriyle ön plana çıktığı görülmektedir. STEM eğitimi ile konular uygulamalı öğretildiği için öğrenmenin daha anlamlı hale geldiği ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığı, öğrencileri çok yönlü geliştirdiği ve eğitimde motivasyonu ve aktif katılımı sağlayan etkili bir yaklaşım olduğu ifade edilmiştir. Öğretmen adayları uygulanan eğitimin STEM alanlarına yönelik farkındalık sağladığını; ayrıca fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bağlantısını bu eğitim sayesinde kurduklarını ayrıca bu alanların gerçek hayatla bağlantısını kurmayı başardıklarını ifade etmişlerdir. STEM eğitiminin yaparak öğrenmeyi sağladığı (Altan ve diğerleri, 2015), öğrencilerin STEM alanları ve günlük hayat arasında ilişki kurmalarını sağladığı (Karahana ve diğerleri, 2015; Sümen ve Çalışıcı, 2016a),

eğitimde ilgi ve motivasyon sağladığı (Kim ve diğerleri, 2015; Küçük ve Şişman, 2017; Mohr Schroeder ve diğerleri, 2014; Yıldırım ve Selvi, 2017; Wyss, Heulskamp ve Siebert, 2012), eğitimi zevkli hale getirdiği literatürde de bulunmuştur (Gencer, 2015; Karahan ve diğerleri, 2015; Keçeci ve diğerleri, 2017). Ayrıca öğretmen adayları bu yaklaşımın teknolojik beceriler kazandırmada, teknolojiden eğitimde yararlanmada, mühendisliğin görev alanlarını öğretme ve mühendisliğe ilgi uyandırmada etkili olabileceğini ifade etmiştir. STEM eğitiminin bütünlük yapısı ve etkinlik temelli özellikleri bu alanda yapılan diğer çalışmalarda da vurgulanmıştır (Aslan Tutak ve diğerleri, 2017). Öğretmenlerin STEM entegrasyonuna yönelik pozitif tutumlar gösterdiği ve STEM'i önemli buldukları diğer çalışmaların sonuçları arasındadır (Brown ve diğerleri, 2011; Delice ve diğerleri, 2015). Bunun yanı sıra olumsuz özellikler olarak, bazı öğretmen adayları STEM eğitimindeki bağlantıları kafa karıştırıcı ve zor bulduklarını, bağlantı kurmakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca STEM'in zaman alıcı ve ilköğretim seviyesinde uygulanmak için zor olabileceğini belirtmişlerdir. Zaman alıcı olması STEM ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda da ulaşılan sonuçlar arasındadır (Baran ve diğerleri, 2015; Yılmaz ve Pekbay, 2017).

Çalışma sonucunda, öğretmen adayları ilk defa STEM sayesinde matematik dersini ilgi çekici bulduklarını ve zevk aldıklarını ifade etmişlerdir. Diğer araştırma bulguları da STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik derslerine yönelik tutumlarını olumlu geliştirdiğini göstermektedir (Baran ve diğerleri, 2015; Keçeci ve diğerleri, 2017; Yamak ve diğerleri, 2014). Nitekim, Kim ve diğerleri (2015) STEM derslerinde robotik kullanımının nasıl tasarlanacağı ve yürütüleceğini öğretmeyi amaçlayan bir projede öğretmen adaylarının robotik aktivitelerine aktif olarak katıldıklarını ifade etmiştir. Bu projede öğretmen adaylarının tüm yönlerden STEM katılımları gelişmiştir. Araştırmacılar katılımcıların STEM'e duygusal katılımları (ilgi, zevk gibi) önemli olarak gelişince bunun davranışsal ve bilişsel katılımlarını da etkilediğini belirtmektedir (Kim ve diğerleri, 2015). Bunun matematik eğitiminde de görülebileceği, STEM ile matematikten zevk alan öğrencilerin matematiğe diğer yönlerden de aktif katılım gösterebilecekleri düşünülebilir. Farklı bir çalışmada ise benzer şekilde STEM etkinliklerinin öğrencilere birçok açıdan fayda sağladığı ve öğrencilerin bu alanlarda kendilerini daha çok geliştirmek istedikleri bulunmuş,

öğrenciler STEM etkinliklerinin derslerde kullanılması gerektiği konusunda olumlu görüş bildirmiştir (Gökbayrak ve Karışan, 2017). Bu bilgiler ışığında, STEM'in öğrencilerin ilgisini matematiğe çekmede işe yarayabileceği iddia edilebilir.

İçinde yaşadığımız çağda bireylerin hayatta başarılı olabilmeleri için sahip olmaları gereken 21. yüzyıl becerilerinin gelişiminde STEM eğitiminin rolü de araştırmada cevap aranan başka bir sorudur. Bu araştırma sorusunun cevabı nitel olarak incelenmiş ve çalışmanın sonuçları STEM eğitim ortamında birçok 21. yüzyıl becerisinin geliştiğini teyit etmiştir. Bunların başında özellikle problem çözme, iletişim ve işbirliği yetenekleri gelmektedir. Bu gelişimin özellikle STEM temelli disiplinlerarası etkinlikler sonucu olduğu görülmüştür. STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. yüzyıl becerilerini elde etmesini sağladığı literatürde de bulunmuştur (Özçelik ve Akgündüz, 2018). Bilgi toplumunun temel özelliklerinden olan yaratıcılık ortaya çıktıkça gelişen bir beceridir ve öğretim yöntemleri bu beceriyi daha fazla geliştirmelidir (Genç ve Eryaman, 2008). STEM eğitiminin tasarım temelli etkinliklerle yaratıcılık yeteneğini geliştirdiği çalışmanın ortaya koyduğu sonuçlar arasındadır. Teknoloji kullanımını ön plana çıkaran STEM'in öğrencilerin teknoloji becerilerini artırarak 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği de ulaşılan sonuçlar arasındadır. STEM eğitiminin öğrencilerin teknolojik ve inovatif gelişimine katkıları diğer çalışmaların bulguları ile desteklenmektedir (Baran ve diğerleri, 2015; Eguchi, 2016). Nitekim içinde bulunduğumuz zamanda bireylerin gelişme ve tartışmaların dışında kalmamak ve katılımcı vatandaşlar olabilmeleri için yeni teknolojileri etkin kullanmaları gerekmektedir (Genç ve Eryaman, 2008). 21. yüzyıl dijital becerilerinin kurumların rekabet ve inovasyon kapasitesi sağladığını belirten Laar, Deursan, Dijk ve Haan (2017) 21. yüzyıl becerileri alanında yapılan literatürü incelemiş ve yedi temel 21. yüzyıl becerisini olarak teknik, bilgi yönetimi, iletişim, işbirliği, yaratıcılık, kritik düşünme ve problem çözme olarak belirlemişlerdir. Ulaşılan sonuçların bu çalışmada belirlenen 21. yüzyıl beceriyle örtüştüğü ve STEM'in bu becerilerin birçoğunun gelişiminde etkili olduğu görülmektedir.

Çalışmanın ulaşılan pozitif sonuçları, öğretmen adaylarının STEM eğitimi almalarının giriş bölümünde Çorlu (2014)'nin ifade ettiği gibi hem pedagojik açıdan gelişimlerine hem de alan bilgileri ve gelişen alan eğitimi bilgilerine katkı

sağlayacağını göstermiştir. Öğretmenler içinde yaşadığımız çağda bilginin güç olduğunu, yeterliliğin sürekli öğrenmeyle mümkün olduğunu ve yetersizliğin bedelinin ağır olduğunu bilmeli, kendi yeterlilik düzeyinin farkında olmalıdır (Genç ve Eryaman, 2008). Öğretmenler kendilerini geliştirmek için çaba sarfetmelidir çünkü sadece uzman oldukları alanda öğretmenlik bilgisine sahip olmaları ülkemizin ihtiyacı olan insan gücünü yetiştirmede yeterli değildir (Çorlu ve diğerleri, 2014). İyi bir matematik öğretiminin temelleri öğretmenin inançları, matematiğin doğasına ilişkin algıları ve matematik öğrenme ve öğretmeye ilişkin zihinsel modelleri temeline kuruludur (Ernest, 1989a). STEM eğitiminin uygulanmasında yaşanan yetersizliklerin sebebi öğretmen alanında yaşanan yetersizliklerdir. Örneğin, etkili bir mühendislik eğitimi verilememesinin sebebi, lise seviyesinde fen bilimleri ya da matematik öğretmenlerinin bu dersi verebilecek bilgi, beceri ve deneyime sahip olmamalarıdır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). STEM'in eğitim programlarına entegre edilmeye çalışıldığı bu dönemde öğretmen adaylarının bu yaklaşımı kendi derslerinde uygulayabilecek düzeyde bilerek yetişmesi önemlidir. Öğretmenlerin STEM algısı, kişisel bilgileri ve anlayışları kendi sınıflarındaki STEM uygulamalarının etkililiğiyle bağlantılı olduğu bulunduğu için (Bell, 2016) öğretmen adaylarının STEM'i doğru anlamaları gerekmektedir. STEM'e karşı öğrencilerin tutum ve motivasyonunu olumlu etkileyecek yüksek kalitede öğretmenler yetiştirilmesinin önemi diğer çalışmalarda da vurgulanmıştır (McDonald, 2016). Öğretmen motivasyonunun öğrenci matematik performansındaki önemli etkisinden dolayı, öğretmenlerin motive edilmesinin STEM eğitiminin önemli bir bölümünü oluşturduğu ifade edilmektedir (Lee, 2017). Öğretmen ve öğretmen adayları STEM eğitimi uygulamaları konusunda motive edilmelidir. Ülkelerin bilimsel alanda söz sahibi olmaları ve ekonomik büyümeyi sağlamalarında STEM eğitimi önemli olduğu için (Lacey ve Wright, 2009) STEM eğitiminin programlara entegrasyonu ve öğretmen eğitimlerine gereken öncelik verilmelidir. Bu alanda kuramsal gelişmenin sağlandığı görülse de okullarda STEM'in öğretmenler tarafından aktif uygulanmaya başlanması önemlidir. Nitekim Suchman (2014) lisans STEM eğitimine öğrenci katılımını sağlamak için aktif öğrenme ortamları ve kaynaklar yaratacak fakültelere ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Unutulmamalıdır ki, global olarak en yüksek başarı gösteren eğitim sistemleri öğretmenlerin mesleki gelişimlerine büyük yatırımlar yaparak öğretmen kalitesine odaklanmaktadır (Barber ve Mourshed, 2007).

## 5.2 Öneriler

MEB son dönemde kodlama gibi STEM ile ilgili konuları yeni eğitim programlarına koyduğu görülmektedir. Farklı illerde STEM merkezleri açmakta, mevcut öğretmenleri hizmetiçi eğitimlerle STEM yeterliliğine sahip hale getirmeye çalışmaktadır. STEM eğitimiyle ilgili gönüllülük esasına dayalı olarak yapılan bu çalışmaların öğretmenlik mesleğine kaynak teşkil eden eğitim fakültelerinde tüm öğretmen adaylarına uygulanması, onların sağlam bir STEM altyapısına ve donanımına sahip olarak yetiştirilmeleri açısından son derece önemlidir. Bu amaca yönelik olarak aşağıdaki önerilerin bu sürece katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Öğretmen adaylarının üniversite eğitimi sırasında STEM eğitimi almaları gelecekteki öğretmenlik hayatları açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle lisans eğitim programlarına STEM entegrasyonu sağlanmalıdır.
2. Lisans eğitiminde öğretmen adaylarının tercih edebilecekleri, kendilerini geliştirmelerine olanak sağlayacak seçmeli STEM dersleri açılmalıdır.
3. Okullar ve üniversiteler STEM eğitiminin verilebilmesi için uygun fiziki ve teknik donanıma sahip hale getirilmelidir. Teknolojik altyapı iyileştirilmelidir.
4. Lisans eğitiminin yanısıra sınıf öğretmeni adaylarının hedef kitlesi olan ilkökul programlarına ve diğer eğitim kademelerine ait eğitim programlarına STEM'in entegrasyonu sağlanmalıdır. Böylece gelecekte STEM mesleklerine yönelecek öğrenci sayısının artırılması sağlanabilecektir.
5. Çalışma sınıf öğretmeni adaylarıyla gerçekleştirildiği için farklı alanlarda öğrenim gören öğretmen adaylarıyla yapılarak sonuçların karşılaştırılması veya matematikten farklı derslerde yapılması bu alanda yapılacak çalışmalar arasında önerilebilir.

## KAYNAKÇA

- Abdullah, N., Halim, L. ve Zakaria, E. (2014). VStops: A thinking strategy and visual representation approach in mathematical word problem solving toward enhancing STEM literacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 163-174.
- Abramovich, S., Burns, J., Campbell, S. ve Grinshpan, A. Z. (2016). STEM education: Action learning in primary, secondary, and post-secondary mathematics. *IMVI-Open Mathematical Education Notes*, 6, 65-106.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul Aydın Üniversitesi: STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. Erişim adresi: <http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAU-STEM-Egitimi-Turkiye-Raporu-2015.pdf>
- Akın, Y. (1990). Matematik eğitimi. *Eğitim ve Bilim*, 14(75), 78-82.
- Alacacı, C. (2016). *Gerçekçi matematik eğitimi*. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Zembat (Ed.), Matematik eğitiminde teoriler (s. 341-353) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Aladağ, E. ve Şahinkaya, N. (2013). Sosyal bilgiler ve sınıf öğretmeni adaylarının sosyal bilgiler ve matematik derslerinin ilişkilendirilmesine yönelik görüşleri. *Kastamonu Educational Journal*, 21(1), 157-176.
- Altan, E. B., Yamak, H. ve Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmetöncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 212-232.
- Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 223-238.
- Altun, M. (2014, Eylül). *Matematik öğretiminde niteliği artırma*. 11. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Adana. Erişim adresi: <http://aves.cu.edu.tr/YayinGoster.aspx?ID=2610&NO=17>

- Andrée, M. ve Hansson, L. (2013). Marketing the ‘Broad Line’: Invitations to STEM education in a Swedish recruitment campaign. *International Journal of Science Education*, 35(1), 147-166. Doi: 10.1080/09500693.2012.695880
- Antalyalı, Ö. L. (2010). *Varyans analizi (ANOVA-MANOVA)*. Şeref Kalaycı (Ed.), SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (s. 131-167 içinde). Ankara: Asil Yayıncılık.
- Arts, J. A. R., Gijsselaers, W. H. ve Segers, M. S. R. (2002). Cognitive effects of an authentic computer-supported, problem-based learning environment. *Instructional Science*, 30(6), 465-495. Doi: 10.1023/A:1020532128625
- Ashford, S. N., Lanehart, R. E., Kersaint, G. K., Lee, R. S. ve Kromrey, J. D. (2016). STEM pathways: Examining persistence in rigorous math and science course taking. *Journal of Science Education and Technology*, 6(25), 961-975. Doi: 10.1007/s10956-016-9654-0
- Aslan Tutak, F., Akaygün, S. ve Tezsezen, S. (2017). Collaboratively learning to teach STEM: Change in participating preservice teachers’ awareness of STEM. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816. doi: 10.16986/HUJE.2017027115
- Atan, H., Sulaiman, F. ve Idrus, R. M. (2005). The effectiveness of problem-based learning in the web based environment for the delivery of an undergraduate physics course. *International Education Journal*, 6(4), 430-437.
- Ateş, C., Öztuna, D. ve Genç, Y. (2009). Sağlık araştırmalarında sınıf içi korelasyon katsayısının kullanımı. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 1(2), 59-64.
- Aydin, E. ve Delice, A. (2007, November). *Experiences of mathematics student teachers in a series of science experiments*. Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, Venice, Italy.
- Balcı, A. (2013). Sosyal bilimlerde araştırma, yöntem, teknik ve ilkeler (genişletilmiş 10. baskı). Ankara: Pegem Akademi.

- Balka, D. (2011). *Standards of mathematical practice and STEM, Math-science connector newsletter*. Stillwater, OK: School Science and Mathematics Association. Erişim adresi:  
<http://www.ssma.org/Websites/ssma/images/Newsletters/MathScienceConnector-summer2011.pdf> , 13 Nisan 2015.
- Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S. ve Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Baran, E., Canbazoğlu Bilici, S., Mesutoğlu, C. ve Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19. Doi:10.18404/ijemst.71338
- Barber, M. ve Mourshed, M. (2007). *How the world's best-performing schools come out on top*. McKinsey and Company. Erişim adresi:  
[http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds\\_School\\_Systems\\_Final.pdf](http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf) , 4 Kasım 2016.
- Basham, J. D. ve Marino, M. T. (2013). Understanding STEM education and supporting students through universal design for learning. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 8-15.
- Baykul, Y. (2011). İlköğretimde matematik öğretimi 1-5. sınıflar (10. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Bayrakçeken, S. (2012). *Test geliştirme*. Emin Karip (Ed.), Ölçme ve değerlendirme (s. 294-324) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Beheshti, E., Weintrop, D., Swanson, H., Orton, K., Horn, M. S., Jona, K. ve Wilensky, U. (2017, April). *Computational thinking in practice: How STEM professionals use CT in their work*. In American Education Research Association Annual Meeting. Erişim adresi:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/68d0/5c858844b9e4c2a798e35fb49d4e7d446c82.pdf>



- 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. Doi: 10.1007/s10798-015-9300-9
- Bell, D., Morrison-Love, D., Wooff, D. ve McLain, M. (2017). 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*, 1-17. Doi: 10.1007/s10798-017-9414-3
- Belland, B. R., Walker, A. E., Olsen, M. W. ve Leary, H. (2015). A pilot meta-analysis of computer-based scaffolding in STEM education. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 183-197.
- Ben-Chaim, D., Fey, J., Fitzgerald, W., Benedetto, C. ve Miller, J. (1997, April). *Development of proportional reasoning in a problem-based middle school curriculum*. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL. Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED412091.pdf>, 27 Kasım 2016.
- Berkel, H. J. M. V. ve Schmidt, H. G. (2000). Motivation to commit oneself as a determinant of achievement in problem-based learning. *Higher Education*, 40(2), 231-242.
- Berry, R. Q., Bull, G., Browning, C., Thomas, C., Starkweather, K. ve Aylor, J. H. (2010). Preliminary considerations regarding use of digital fabrication to incorporate engineering design principles in elementary mathematics education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 10(2), 167-172.
- Blum, W. ve Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal Of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Borani A. İ. ve Aslaner, R. (2008). Bilim sanat merkezlerinde matematik öğretiminde probleme dayalı öğrenme. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(15), 15-32.
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S. ve Parker, A. D. (2015). The relationships among high school STEM learning experiences and students' intent to

- declare and declaration of a STEM major in college. *Teachers College Record*, 117(3).
- Bouwma-Gearhart, J., Perry, K. H. ve Presley, J. B. (2014). Improving postsecondary STEM education: Strategies for successful interdisciplinary collaborations and brokering engagement with education research and theory. *Journal of College Science Teaching*, 44(1), 40-47.
- Bozkurt Altan, E. (2017). *Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamaları*. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi (s. 165-201) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Bragow, D., Gragow, K. A. ve Smith, E. (1995). Back to the future: Toward curriculum integration. *Middle School Journal*, 27, 39–46.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. C. ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. Doi: 10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Brewer, J. ve Hunter, A. (1989). *Multimethod research: A synthesis of styles*. Newbury Park, CA: Sage.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. ve Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387. Doi: 10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K. ve Merrill, C. (2011). Understanding STEM: Current Perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5-9.
- Brunsell, E. (Ed.). (2012). *Integrating Engineering and Science in your classroom*. NSTA Press.
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2014). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Journal of Turkish Science Education*, 11(1), 3-23. doi: 10.12973/tused.10179a

- Büyüköztürk, Ş. (2012). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (16. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel araştırma yöntemleri (10. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K–12 classrooms: Understanding a framework for K–12 science education. *The Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Bybee, R. W. (2013). The case for stem education, challenges and opportunities. NSTA Press.
- Can, A. (2016). SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi (4. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Chiu, A., Price, C. A. ve Ovrachim, E. (2015, April). *Supporting elementary and middle school STEM education at the whole school level: A review of the literature*. NARST 2015 Annual Conference, Chicago, IL. Erişim adresi: [https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science\\_leadership\\_initiative/SLI\\_Lit\\_Review.pdf](https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf)
- Chung, C. C., Cartwright, C. ve Cole, M. (2014). Assessing the impact of an autonomous robotics competition for STEM education. *Journal of STEM Education*, 15(2), 24-34.
- Cooke, A. ve Walker, R. (2016). Exploring STEM education through pre-service teacher conceptualisations of mathematics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3), 35-46.
- Connors-Kellgren, A., Parker, C. E., Blustein, D. L. ve Barnett, M. (2016). Innovations and challenges in project-based STEM education: Lessons from ITEST. *Journal of Science Education and Technology*, 6(25), 825-832.

- Courant, R. ve Robbins, H. (1996). What is mathematics? An elementary approach to ideas and methods (second edition). New York: Oxford University Press.
- Craig, C. J., Verma, R., Stokes, D., Evans, P. ve Abrol, B. (2018). The influence of parents on undergraduate and graduate students' entering the STEM disciplines and STEM careers. *International Journal of Science Education*, 1-28. Doi: 10.1080/09500693.2018.1431853
- Creswell, J. W. (2016). *Araştırma deseni, nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları (2. baskı)*. (S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Eğiten Kitap.
- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2014). *Karma yöntem araştırmaları ve yürütülmesi*. (Y. Dede ve S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Çelik, V. ve Gömleksiz, M. N. (2000). A critical examination of globalization and its effects on education. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 133-144.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281-306. Doi: 10.14527/pegegog.2018.012
- Çıbık, A. S. (2009). Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına etkisi. *İlköğretim Online*, 8(1), 36-47.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik, SPSS ve LISREL Uygulamaları (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çorlu, M. A. ve Çorlu, M. S. (2012). Scientific inquiry based professional development models in teacher education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 514–521.
- Çorlu, M. S. (2013). Insights into STEM education praxis: An assessment scheme for course syllabi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(4), 1-9. Doi: 10.12738/estp.2013.4.1903

- Çorlu, M. S. (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). FeTeMM eğitimi ve alan öğretmeni eğitimine yansımaları. Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science*, 39(171), 74-85.
- Çorlu, M. S. ve Çallı, E. (2017). STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi. İstanbul: Pusula Teknoloji ve Yayıncılık.
- Çubukçu, Z. (2014). *Proje tabanlı öğrenme*. B. Oral (Ed.), Öğrenme, öğretme kuram ve yaklaşımları (s. 527-539) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M. ve Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education*, 2(1), 63-79. Doi: 10.1080/21548455.2011.629455
- Daugherty, J. L. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design. Utah State University Publications. Paper 170. Erişim adresi: [https://digitalcommons.usu.edu/ncete\\_publications/170](https://digitalcommons.usu.edu/ncete_publications/170)
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(24), 180-185.
- De Jong, T., Sotiriou, S. ve Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: The Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(3), 1-16.
- Delen, İ. ve Uzun, S. (2018). Matematik öğretmen adaylarının FeTeMM temelli tasarladıkları öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Çevrimiçi ön yayın, doi: 10.16986/HUJE.2018037019
- Delice, A., Aydın, E., Derin, G. ve Yaşın, Ö. (2015). An investigation of the views on the integration of science technology and mathematics in a mathematics teacher education program. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 32(1), 3-15.

- Demirel, Ö. (2012). Eğitimde program geliştirme kuramdan uygulamaya (19. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Diffily, D. (2001). *Real-world reading and writing through project-based learning*. Real World Reading, Reports. Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED453520.pdf>
- Diffily, D. (2002). Project-based learning: Meeting social studies standards and the needs of gifted learners. *Gifted child today*, 25(3), 40-59.
- Donnelly, R. ve Fitzmaurice, M. (2005) Collaborative project-based learning and problem-based learning in higher education: A consideration of tutor and student role in learner-focused strategies. G. O'Neill, S. Moore ve B. McMullin (Ed.), *Emerging Issues in the Practice of University Learning and Teaching* (s. 87-98) içinde. Dublin, AISHE/HEA.
- Dugger, W. E. (2010, December). *Evolution of STEM in the United States*. 6th Biennial International Conference on Technology Education Research in Australia. Erişim adresi: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>
- Eguchi, A. (2016). RoboCup Junior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3-8. Doi: 10.1186/s40594-016-0036-1
- Ercan, S. ve Bozkurt, E. (2013, October). *Expectations from engineering applications in science education: Decision-making skill*. IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020, Antalya. Erişim adresi: <http://www.ioste2013.org/wp-content/uploads/2013/04/abstracts-BOOK1.pdf>
- Erdem Gürten, E. (2011). *Probleme dayalı öğrenme*. Ö. Demirel (Ed.), Eğitimde yeni yönelimler (5. baskı) (s. 81-91) içinde. Ankara: Pegem Akademi.

- Erdem, M. (2002). Proje tabanlı öğrenme. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 172-179.
- Erdem, M. ve Akkoyunlu, B. (2002). İlköğretim sosyal bilgiler dersi kapsamında beşinci sınıf öğrencileriyle yürütülen ekiple proje tabanlı öğrenme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 1, 2-11.
- Ernest, P. (1989a). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. *Mathematics teaching: The state of the art*, 249, 254. Erişim adresi: <http://webdoc.sub.gwdg.de/edoc/e/pome/impact.htm>
- Ernest, P. (1989b). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of education for teaching*, 15(1), 13-33.
- Eroğlu, A. (2010). *Çok değişkenli istatistik tekniklerin varsayımları*. Şeref Kalaycı (Ed.), SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (s. 207-230 içinde). Ankara: Asil Yayıncılık.
- Esgin, E. ve Saraç, A. (2015). Çevrimiçi ve sınıf içi grup çalışmalarının akademik başarı, tutum ve sosyal etkileşime istekliliğe etkisinin incelenmesi. *Educational Studies*, 2(1), 38-52.
- Felix, A. L., Bandstra, J. Z. ve Strosnider, W. H. (2010, October). *Design-based science for STEM student recruitment and teacher professional development*. Proceedings of the Mid-Atlantic American Society for Engineering Education Conference. Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University. Erişim adresi: <http://www.asee.org/documents/sections/middle-atlantic/fall-2010/01-Design-Based-Science-for-STEM-Student-Recruitment-and-Teache.pdf>
- Fink, F. K. (1999, November). *Integration of engineering practice into curriculum-25 years of experience with problem based learning*. Frontiers in Education Conference, FIE'99. 29th Annual IEEE, 1. Erişim adresi: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=839084&tag=1>
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education (3th ed)*. New York: Mc Graw Hill Higher Education.

- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education (eighth edition)*. McGraw-Hill: New York. Erişim adresi: <https://rezkyagungherutomo.files.wordpress.com/2016/09/how-to-design-and-evaluate-research-in-education.pdf>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H. ve Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- Gao, Y. (2013). *Report on China's STEM System*. Erişim adresi: <https://www.acola.org.au/PDF/SAF02Consultants/Consultant%20Report%20-%20China.pdf>
- Gencer, A. S. (2015). Fen eğitiminde bilim ve m¼hendislik uygulaması: Fırıldak Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Genç, Z. S. ve Eryaman, Y. M. (2008). Değişen değerler ve yeni eğitim paradigması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 89-102.
- Gerber, L. C., Calasanz-Kaiser, A., Hyman, L., Voitiuk, K., Patil, U. ve Riedel-Kruse, I. H. (2017). Liquid-handling Lego robots and experiments for STEM education and research. *PLoS biology*, 15(3), 1-9. .
- Gillet, D., De Jong, T., Sotirou, S. ve Salzmann, C. (2013, March). *Personalised learning spaces and federated online labs for stem education at school*. Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, Berlin. Erişim adresi: [https://telearn.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/990317/filename/2013\\_Personalised\\_Learning\\_Spaces\\_and\\_Federated\\_Online\\_Labs.pdf](https://telearn.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/990317/filename/2013_Personalised_Learning_Spaces_and_Federated_Online_Labs.pdf)
- Gonzalez, H. B. ve Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service. Erişim adresi: <https://www.stem.org/cm/dpl/downloads/content/69/R42642.pdf>



- Goy, S. C., Wong, Y. L., Low, W. Y., Noor, S. N. M., Fazli-Khalaf, Z., Onyeneho, N., ... Ginika Uzoigwe, A. (2017). Swimming against the tide in STEM education and gender equality: A problem of recruitment or retention in Malaysia. *Studies in Higher Education*, 1-17. doi: 10.1080/03075079.2016.1277383
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi (ALEG)*, 3(1), 25-40.
- Greene, J. C., Kreider, H. ve Mayer, E. (2005). *Combining qualitative and quantitative methods in social inquiry*. B. Somekh ve C. Lewin (Ed.), *Research methods in the social sciences* (s. 275-282) içinde. London: Sage.
- Gutherie, J. T., Wigfield, A. ve Von Secker, C. (2000). Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of Educational Psychology*, 92, 331–341. doi: 10.1037/0022-0663.92.2.331.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students' perceptions and attitudes towards these areas. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hacıömeroğlu, G. (2011). Sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel problem çözmeye ilişkin inançlarını yordamada epistemolojik inançlarının incelenmesi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 206-220.
- Hacıömeroğlu, G. (2017). Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(10), 1-11.
- Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S. (2016). Entegre FeTeMM\* öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması/Integrative Stem teaching intention questionnaire: A validity and reliability study of the Turkish form. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 12(3), 654-669.
- Han, S., Capraro, R. ve Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low

- achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational psychology review*, 16(3), 235-266.
- Hom, E. J. (2014). *What is STEM education*. Erişim adresi: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
- Hung, W., Jonassen, D. H. ve Liu, R. (2008). Problem-based learning. *Handbook of research on educational communications and technology*, 3, 485-506.
- Hurley, M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *School Science and Mathematics*, 101, 259–268. doi: 10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x
- Inel, D. ve Balim, A. G. (2010). The effects of using problem-based learning in science and technology teaching upon students' academic achievement and levels of structuring concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 1-23.
- International Technology Education Association. (2009). *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*. Reston, VA: Author. Erişim adresi: <http://nysteea.org/site/files/Starkweather.pdf>
- International Science Reference. (2015). *STEM Education, Concepts, Methodologies, Tools and Applications*. IGI Global, USA.
- Irwin, J. L., Pearce, J. M., Anzalone, G. ve Oppliger, D. E. (2014, June). *The RepRap 3-D printer revolution in STEM education*. 121st ASEE Annual Conference & Exposition, IndianaPolis. Erişim adresi: <https://peer.asee.org/the-reprap-3-d-printer-revolution-in-stem-education>
- İdin, Ş. ve Kaptan, F. (2017). İlköğretim fen eğitiminde yenilenen öğretim programlarına göre yapılan doktora tezlerinin incelenmesi üzerine bir çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 2(1), 29-43.

- Jho, H., Hong, O. ve Song, J. (2016). An analysis of STEM/STEAM teacher education in Korea with a case study of two schools from a community of practice perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1843-1862. doi: 10.12973/eurasia.2016.1538a
- Johnson, C. C. (2012). Implementation of STEM education policy: Challenges, progress, and lessons learned. *School Science and Mathematics*, 112(1), 45-55.
- Johnson, R. ve Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 193-200.
- Karahan, E. ve Bozkurt, G. (2017). *STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme*. S. Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi (s. 347-367) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Karahan, E., Canbazoglu S. B. ve Ünal, A. (2015). Integration of media design processes in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240. Doi: 10.14689/ejer.2015.60.15
- Karakaya, F. ve Avgın, S. S. (2016). Effect of demographic features to middle school students' attitude towards FeTeMM (STEM). *Journal of Human Sciences*, 13(3), 4188-4198.
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karim, M. E., Lemaignan, S. ve Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), 2015 IEEE International Workshop, IEEE. Erişim adresi: [https://infoscience.epfl.ch/record/209219/files/2015\\_ehsan\\_CanRobotsReshapeStemEducation.pdf](https://infoscience.epfl.ch/record/209219/files/2015_ehsan_CanRobotsReshapeStemEducation.pdf)
- Keçeci, G., Alan, B. ve Kırbağ Zengin, F. (2017). 5. sınıf öğrencileriyle STEM eğitimi uygulamaları [Özel sayı]. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 18, 1-17.

- Kelley, T. R. ve Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. Doi: 10.1186/s40594-016-0046-z
- Kennedy, T. J. ve Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Keskin, H. Ü. (2010). *Kovaryans analizi (ANCOVA)*. Şeref Kalaycı (Ed.), SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri (s. 185-192 içinde). Ankara: Asil Yayıncılık.
- Kertil, M., Çetinkaya, B., Erbaş, A. K. ve Çakıroğlu, E. (2016). *Matematik Eğitiminde matematiksel modelleme*. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Zembat (Ed.), Matematik eğitiminde teoriler (s. 539-563) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Kezar, A. ve Gehrke, S. (2017). Strategies for achieving scale within communities of practice aimed at pedagogical reform in higher education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 18(1), 57-64.
- Khandani, S. (2005). *Engineering design process*. Unpublished Education Transfer Plan, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, California. Erişim adresi: <https://www.saylor.org/site/wp-content/uploads/2012/09/ME101-4.1-Engineering-Design-Process.pdf>
- Kim, H. ve Chae, D. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936. doi: 10.12973/eurasia.2016.1539a
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P. ve Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-31.
- Kimmel, H., Carpinelli, J., Burr-Alexander L. ve Rockland, R. (2006, June). *Bringing Engineering Into K 12 Schools: A Problem Looking For Solutions?* 2006 Annual Conference & Exposition, 1-16, Chicago, Illinois.

- Kitchen, J. A., Sonnert, G. ve Sadler, P. M. (2018). The impact of college-and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 1-9. Doi: 10.1002/sce.21332
- Kloosterman, P. ve Stage, F. K. (1992). Measuring beliefs about mathematical problem solving. *School Science and Mathematics*, 92(3), 109-115.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T. ve Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J. ve Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1, 31-44. Doi: 10.1007/s41686-017-0005-1
- Korkmaz, H. ve Kaptan, F. (2001). Fen eğitiminde proje tabanlı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20), 193-200.
- Koştur, H. İ. (2017). FeTeMM eğitiminde bilim tarihi uygulamaları: El-Cezeri örneği. *Başkent University Journal Of Education*, 4(1), 61-73.
- Koyunlu Ünlü, Z. ve Dökme, İ. (2017). Özel yetenekli öğrencilerin FeTeMM'in mühendisliği hakkındaki imajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 252-260.
- Köklü, N. (2002). Açıklamalı istatistik terimleri sözlüğü. Ankara: Nobel.
- Krajcik, J. S. ve Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning*. The Cambridge handbook of the learning sciences (s. 317-34) içinde. Erişim adresi: [http://tccl.rit.albany.edu/knilt/images/4/4d/PBL\\_Article.pdf](http://tccl.rit.albany.edu/knilt/images/4/4d/PBL_Article.pdf)
- Krathwohl, R. D. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-264.
- Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action*. Congressional Research Service

Report.

Erişim

adres:

<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1034&context=crsdocs>

- Küçük, S. ve Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğreticilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 312-325. Doi: <http://dx.doi.org/10.17051/io.2017.12092>
- Laar, E. V., Deursan, A. J. V., Dijk, J. A. ve de Haan, J. (2017). The relationship between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behaviour*, 72, 577-588.
- Labov, J. B., Singer, S. R., George, M. D., Schweingruber, H. A. ve Hilton, M. L. (2009). Effective practices in undergraduate STEM education part 1: Examining the evidence. *CBE-Life Sciences Education*, 8(3), 157-161. Doi: 10.1187/cbe.09 – 06 – 0038
- Labov, J. B., Reid, A. H. ve Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: A new biology education for the twenty-first century? *CBE-Life Sciences Education*, 9(1), 10-16. doi: 10.1187/cbe.09-12-0092
- Lacey, T. A. ve Wright, B. (2009). Occupational employment projections to 2018. *Monthly Labor Review*, November, 82-109.
- Lai, E.R. ve Viering, M. (2012). *Assessing 21st century skills: Integrating research findings*. National Council on Measurement in Education Vancouver, B.C.
- Larson, R. C. ve Murray, M. E. (2017). STEM education: Inferring promising systems changes from experiences with MIT BLOSSOMS. *Systems Research and Behavioral Science*, 34(3), 289-303.
- Laughlin, T. (2014). *21st century pedagogy: Integrating 21st century skills into literacy content in a sixth grade english classroom*. (Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy), University Of Northern Colorado. Erişim adresi: <https://search.proquest.com/docview/1625404893?pq-origsite=gscholar>
- Lederman, N.G. ve Niess, M.L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, 97(2), 57–58.

- Lee, A. (2017). Multilevel structural equation models for investigating the effects of computer-based learning in math classrooms on science technology engineering and math (STEM) major selection in 4-year postsecondary institutions. *Teachers College Record*, 119(2), 1-38.
- Lin, K. Y., Yu, K. C., Hsiao, H. S., Chu, Y. H., Chang, Y. S. ve Chien, Y. H. (2015). Design of an assessment system for collaborative problem solving in STEM education. *Journal of Computers in Education*, 2(3), 301-322.
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R. ve Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 195-215. Doi: 10.1007/s10798-010-9114-8
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., ... and Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. doi: 10.1016/j.procs.2013.09.316
- Maltby, J. L., Brooks, C., Horton, M. ve Morgan, H. (2016). Long Term Benefits for Women in a Science, Technology, Engineering, and Mathematics Living-Learning Community. *Learning Communities: Research & Practice*, 4(1), 1-17.
- Maltese, A. V. ve Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among US students. *Science Education*, 95(5), 877-907.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B. ve Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons, international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education*. Australian Council of Learned Academies, Final report. Melbourne, Vic. Erişim adresi: <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf>

- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 103-136.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma* (S. Turan, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Merrill, C. ve Daugherty, J. (2010). STEM education and leadership: A mathematics and science partnership approach. *Journal of Technology Education*, 21(2), 21-34.
- Meyrick, K.M. (2011). How STEM education improves student learning. *Meridian K12 School Computer Technologies Journal*, 14 (1), 1-6.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013a). Ortaokul matematik dersi ( 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013b). *PISA 2012 Ulusal Ön Raporu*. Erişim adresi: <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/12/pisa2012-ulusal-on-raporu.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016a). *STEM Eğitimi Raporu*. Erişim adresi: [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM\\_Egitimi\\_Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf)
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016b). *PISA 2015 Ulusal Raporu*. Erişim adresi: [http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2016/12/PISA2015\\_Ulusal\\_Rapor1.pdf](http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2016/12/PISA2015_Ulusal_Rapor1.pdf)
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Matematik Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara. Erişim adresi: <http://file:///C:/Users/ASUS/Downloads/2017717175055350-02MATEMATIK%201-8.pdf>
- Moallem, M. (2003). An interactive online course: A collaborative design model. *Educational Technology Research and Development*, 51(4), 85-103.
- Mohr Schroeder, M. J., Jackson, C., Miller, M., Walcott, B., Little, D. L., Speler, L., Schooler, W. ve Schroeder, D. C. (2014). Developing middle school students'



- interests in STEM via summer learning experiences: See Blue STEM camp. *School Science and Mathematics*, 114(6), 291-301.
- Mong, C. J. ve Ertmer, P. A. (2013). Addressing STEM education needs: The case for adopting a PBL approach. *Educational Technology*, 53(3), 12-21.
- Moore, T.J., Stohlmann, M.S., Wang, H.-H., Tank, K. M. ve Roehrig, G.H. (2013). *Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education*. J. Strobel, S. Purzer ve M. Cardella (Ed.), *Engineering in precollege settings: Research into practice* (s. 35-60) içinde. Rotterdam, the Netherlands: Sense Publishers.
- Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W. ve Barrett, K. C. (2004). *SPSS for introductory statistics: Use and interpretation*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES. Erişim adresi: [http://www.wytheexcellence.org/media/STEM\\_Articles.pdf](http://www.wytheexcellence.org/media/STEM_Articles.pdf)
- Mullet, D. R., Kettler, T. ve Sabatini, A. (2018). Gifted students' conceptions of their high school STEM education. *Journal for the Education of the Gifted*, 41(1), 60-92. Doi: 10.1177/0162353217745156
- Nadelson, L. S. ve Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. Doi: 10.1080/00220671.2017.1289775
- Narlı, S. (2016). *İlişkilendirme becerisi ve muhtevası*. E. Bingölbali, S. Arslan, İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler* (s. 231-244) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- National Academy of Engineering ve National Research Council. (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Erişim adresi: [https://science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/hearings/102209\\_Katehi.pdf](https://science.house.gov/sites/republicans.science.house.gov/files/documents/hearings/102209_Katehi.pdf)
- National Academy of Engineering ve National Research Council. (2014). *STEM Integration in K-12 education, status, prospects and an agenda for research*. Erişim adresi:

<http://www.middleweb.com/wp-content/uploads/2015/01/STEM-Integration-in-K12-Education.pdf>

National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston: Virginia. Erişim adresi: [http://www.mathcurriculumcenter.org/PDFS/CCM/summaries/standards\\_summary.pdf](http://www.mathcurriculumcenter.org/PDFS/CCM/summaries/standards_summary.pdf)

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics* (1). Erişim adresi: [http://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards\\_and\\_Positions/PSSM\\_ExecutiveSummary.pdf](http://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf)

National Research Council. (2010). *Standards for K-12 Engineering Education?* Erişim adresi: <https://www.nap.edu/catalog/12990/standards-for-k-12-engineering-education>

National Research Council. (2011a). *Successful K-12 STEM education*. Washington, DC: National Academies Press. Erişim adresi: [https://www.nap.edu/resource/13158/dbasse\\_071100.pdf](https://www.nap.edu/resource/13158/dbasse_071100.pdf)

National Research Council. (2011b). *Assessing 21st Century Skills: Summary of a Workshop*. Erişim adresi: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK84218/pdf/Bookshelf\\_NBK84218.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK84218/pdf/Bookshelf_NBK84218.pdf)

National Research Council. (2012). *A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press. Erişim adresi: <https://www.nap.edu/download/13165>

National Science Board. (2007). *A National Action Plan For Addressing The Critical Needs Of The U.S. Science, Technology, Engineering, And Mathematics Education System*. Erişim adresi: <https://www.nsf.gov/pubs/2007/nsb07114/nsb07114.pdf>

National Science Board. (2008). *Science and engineering indicators 2008*. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB-08-1). Erişim adresi: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED499643.pdf>

- Next Generation Science Standards. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press. Erişim adresi: <https://www.nap.edu/download/18290>
- Nite, S. B., Margaret, M., Capraro, R. M., Morgan, J. ve Peterson, C. A. (2014, February). *Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A longitudinal examination of secondary school intervention*. Frontiers in Education Conference (FIE), Madrid. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/profile/Robert\\_Capraro/publication/282682669\\_Science\\_technology\\_engineering\\_and\\_mathematics\\_STEM\\_education\\_A\\_longitudinal\\_examination\\_of\\_secondary\\_school\\_intervention/links/565a542108aefe619b233c43.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Robert_Capraro/publication/282682669_Science_technology_engineering_and_mathematics_STEM_education_A_longitudinal_examination_of_secondary_school_intervention/links/565a542108aefe619b233c43.pdf)
- North Central Regional Educational Laboratory. (2003). *21st Century Skills for 21st century learners*. Erişim adresi: [http://www.cwasd.k12.wi.us/highschl/newsfile1062\\_1.pdf](http://www.cwasd.k12.wi.us/highschl/newsfile1062_1.pdf)
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2005). *The Definition and Selection of Key Components: Executive Summary*. Erişim adresi: <https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf>
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2010). *PISA 2009 Results: Executive Summary*. Erişim adresi: <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46619703.pdf>
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2014). *PISA 2012 results in focus*. Erişim adresi: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- Organization for Economic Co-Operation and Development. (2016). *PISA 2015 results in focus*. Erişim adresi: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>
- Olkun, S. ve Toluk Uçar (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*. Ankara: Ekinoks Yayınevi.
- Öner, A. T. ve Capraro, R. M. (2016). FeTeMM okulu olmak iyi öğrenci başarısı anlamına mı gelir? *Eğitim ve Bilim*, 41(185), 1-17. doi: 10.15390/EB.2016.3397

- Öner, A. T., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2016). The effect of T-STEM designation on charter schools: A longitudinal examination of students' mathematics achievement. *Sakarya University Journal of Education*, 6(2), 80-96.
- Öner, A. T., Navruz, B., Biçer, A., Peterson, C. A., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). T-STEM academies' academic performance examination by education service centers: A longitudinal study. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 40-51.
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334-351. Doi: 10.24315/trkefd.331579
- Özgen, K. (2013). Problem çözme bağlamında matematiksel ilişkilendirme becerisi: Öğretmen adayları örneği. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 590, 8(3), 323-345.
- Pahl, G. ve Beitz, W. (2005). *Engineering design, a systematic approach (second ed.)*. London: Springer. Erişim adresi: [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=4uvSBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR12&dq=Engineering+design,+a+systematic+approach+&ots=plagt9phQr&sig=wX6IrSAzvXywH3\\_WSi1srnAoBGo&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Engineering%20design%20a%20systematic%20approach&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=4uvSBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR12&dq=Engineering+design,+a+systematic+approach+&ots=plagt9phQr&sig=wX6IrSAzvXywH3_WSi1srnAoBGo&redir_esc=y#v=onepage&q=Engineering%20design%20a%20systematic%20approach&f=false)
- Parker, I., Smith, E. L., McKinney, D. ve Laurier, A. (2016). The application of the engineering design process to curriculum revision: A collaborative approach to STEM curriculum refinement in an urban district. *School Science and Mathematics*, 116(7), 399-406.
- Partnershipfor 21st Century Skills. (2009). *P21 framework definitions*. Erişim Adresi: [http://www.p21.org/storage/documents/P21\\_Framework\\_Definitions.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf)
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications.
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in STEM (science, technology, engineering and math) for America's*

future. Erişim adresi: [https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare\\_and\\_Inspire--PCAST.pdf](https://www.nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf)

Pekbay, C. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.

Petroski, H. (1996). *Invention by design: How engineers get from thought to thing*. Harvard University Press.

Pinnell, M., Rowly, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. ve Beach, R. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(4), 28-35.

Polya, G. (1997). *Nasıl çözmeli? Matematikte yeni bir boyut*. (F. Halatçı, Çev.). İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Putnam, R. T., Lampert, M. ve Peterson, P. L. (1990). *Alternative Perspectives on Knowing Mathematics in Elementary Schools*. C. B. Cadzen (Ed.), Review of research in education (s. 57-150) içinde. American Educational Research Association.

Quang, L. X., Hoang, L. H., Chuan, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T. T. ve Nhung, V. T. H. (2015). Integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in Vietnamese schools. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science* 11(2), 1-12. Doi: 10.9734/BJESBS/2015/19429

Raju, P. K. ve Clayson, A. (2010). The future of STEM education: An analysis of two national reports. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 11(5/6), 25-28.

Raines, J. M. (2012). First STEP: A primary review of effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education*, 13(1), 22-29.

- Riechert, S. ve Post, B. (2010). From skeletons to bridges & other STEM enrichment exercises for high school biology. *The American Biology Teacher*, 72(1), 20-22. Doi: 10.1525/abt.2010.72.1.6
- Ritz, J. M. ve Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25,429–451. Doi: 10.1007/s10798-014-9290-z
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S. ve Kimmel, H. (2010). Advancing the “E” in K-12 STEM education. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. ve 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.
- Rogers, M., Pfaff, T., Hamilton, J. ve Erkan, A. (2015). Using sustainability themes and multidisciplinary approaches to enhance STEM education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 16(4), 523-536. Doi: 10.1108/IJSHE-02-2013-0018
- Sanders, M. (2009). Stem, stem education, stemmania. *The technology teacher*, 68(4), 20-26.
- Sanders, M. E. (2012). *Integrative STEM education as best practice*. H. Middleton (Ed.), Explorations of best practice in technology, design, & engineering education, (s. 103-117) içinde. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia. ISBN 978-1-921760-95-2.
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N. ve Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation*, 40, 18-35.
- Savaş, E. (1999). Eğitim fakültesi ve ilköğretim öğretmenleri için matematik öğretimi (2. baskı). Ankara: Kozan Ofset.

- Schmidt, W. H. (2011, May). *STEM reform: Which way to go?* The National Academies Board on Science Education and Board on Testing and Assessment for “Highly Successful STEM Schools or Programs for K-12 STEM Education: A Workshop,” Washington, DC.
- Selçuk, G. S. ve Şahin, M. (2010). Probleme dayalı öğrenme ve öğretmen eğitimi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 12-19.
- Selvi, M. ve Yıldırım, B. (2017). *STEM öğrenme öğretme modelleri: 5E öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme ve STEM SOS modeli*. S. Çepni (Ed.). Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi (s. 203-238) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Silva, E. (2009). Measuring skills for 21st-century learning. *The Phi Delta Kappan*, 90(9), 630-634.
- Smith, J. ve Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*. Erişim Adresi: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>
- Stohlmann, M., Moore, T. J. ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.
- Suchman, E. L. (2014). Changing academic culture to improve undergraduate STEM education. *Trends in microbiology*, 22(12), 657-659.
- Sungur Gül, K. S. ve Marulcu, İ. (2014). Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *Turkish Studies*, 9(2), 761-786.
- Supalo, C. A., Hill, A. A. ve Larrick, C. G. (2014). Summer enrichment programs to foster interest in STEM education for students with blindness or low vision. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1257-1260. Doi: 10.1021/ed400585v
- Surra, A. ve Litowitz L. S. (2015). A STEM-Based, high school course. *Technology and Engineering Teacher*, 28-30.

- Susilo, E., Liu, J., Rayo, Y. A., Peck, A. M., Montenegro, J., Gonyea, M. ve Valdastris, P. (2016). STORMLab for STEM Education: An affordable modular robotic kit for integrated science, technology, engineering, and math education. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 23(2), 47-55.
- Sümen, Ö. Ö. ve Çalışıcı, H. (2016a). 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. Doi: 10.12738/estp.2016.2.0166
- Sümen, Ö. Ö. ve Çalışıcı, H. (2016b). The associating abilities of pre-service teachers science education program acquisitions with engineering according to STEM education. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 117-123.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 297-322. Doi: 10.12738/estp.2014.1.1876
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (6. basımdan çeviri, M. Baloğlu, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Talanquer, V. (2014). DBER and STEM education reform: Are we up to the challenge? *Journal of Research in Science Teaching*, 51(6), 809-819.
- Taylor, B. (2016). Evaluating the benefit of the maker movement in K-12 STEM education [Özel sayı]. *Electronic International Journal of Education, Arts, and Science (EIJEAS)*, 2, 1-22.
- Taylor, H. A. ve Hutton, A. (2013). Think3d!: Training spatial thinking fundamental to STEM education. *Cognition and Instruction*, 31(4), 434-455. Doi: 10.1080/07370008.2013.828727
- Tekin, H. (1996). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (9. Baskı). Ankara: Yargı Yayınları.
- Theobald, R. ve Freeman, S. (2014). Is it the intervention or the students? Using linear regression to control for student characteristics in undergraduate STEM education research. *CBE-Life Sciences Education*, 13(1), 41-48. doi: 10.1187/cbe-13-07-0136



- Thibaut, L., Knipprath, H., Dehaene, W. ve Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190-205.
- Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: An update of state actions*. NGA Center for Best Practices. Erişim adresi: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED532528.pdf>
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J. ve Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23, 87-102. doi: 10.1007/s10798-011-9160-x
- Turgut, M. F. ve Baykul, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme (4. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Türk Dil Kurumu (2006). *Türkçe sözlük*. Erişim adresi: <http://www.tdk.gov.tr/>
- Türk Sanayici İş Adamları Derneği. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi*. Erişim Adresi: <http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi>
- Umay, A. (1996). Matematik öğretimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 145-149.
- Utsumi, Y. (2017). A study of STEM education in the United Kingdom: Establishment and purpose. *Journal of Science Education in Japan*, 41(1), 13-22.
- Uyanık Balat, G. U. ve Günşen, A. G. G. (2015). Okul öncesi dönemde STEM Yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(42), 337-348.
- Ülgen, G. (2001). *Kavram geliştirme: Kuramlar ve uygulamalar*. Ankara: Pegem Akademi.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği gelişimsel yaklaşımla öğretim (7. basımdan çeviri, S. Durmuş, Çev. Ed.)*. Ankara: Nobel Yayın.

- VanMeter-Adams, A., Frankenfeld, C. L., Bases, J., Espina, V. ve Liotta, L. A. (2014). Students who demonstrate strong talent and interest in STEM are initially attracted to STEM through extracurricular experiences. *CBE—Life Sciences Education*, 13 (4), 687–697.
- Vasquez, J. A. (2015). STEM--beyond the acronym. *Educational Leadership*, 72(4), 10-15.
- Wagner, T. (2008). Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66(2), 20-24.
- Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1081-1121. Doi: 10.3102/0002831213488622
- Wang, H., Moore, T., Roehrig, G. ve Park, M., (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13. Doi: 10.5703/1288284314636
- Wells, J. G. (2016). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation. *Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12-19.
- Wilkie, K. ve Burns, I. (2003). *Problem-based learning: A handbook for nurses*. Bristol: Palgrave.
- Williams, P. J. ( 2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education*. 16(1), 26-35.
- Wood, D. F. (2003). ABC of Learning and Teaching in medicine: Problem based learning. *Clinical Review*, 326, 328-330.
- Worsham, E. (2016). *Investigation of the S.T.E.M. graduation discrepancy in the U.S. and Singapore*. Erişim adresi: <http://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1183&context=discovery-day>
- Wyss, V. L., Heulskamp, D. ve Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(4), 501-522.

- Yamak, H., Bulut, N., ve Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265. Doi: 10.17152/gefd.15192
- Yaman, S. (2014). *Karma yöntem araştırmalarında veri toplama*. J. W. Creswell ve V. L. Plano Clark (Ed.), *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (s. 183-216) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yenilmez, K. (2010a). *Matematiğin tanımı ve diğer bilimlerle ilişkisi*. A. Kaçar (Ed.), *Temel matematik I-II* (s. 1-6) içinde. Ankara: Pegem Akademi.
- Yenilmez, K. (2010b). Ortaöğretim öğrencilerinin matematik dersine yönelik umutsuzluk düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(38), 307-317.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, Journal of Theory and Practice in Education*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma teknikleri (8. Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayınları.
- Yılmaz, N. ve Pekbay, C. (2017, Mayıs). *Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla yapılan bir FeTeMM etkinliğinin tanıtılması üzerine bir çalışma*. International Congress on Politic, Economic and Social Studies, Sarajevo Bosnia Herzegovina.
- Zemelman, S., Daniels, H. ve Hyde, A. (2005). *Best practice: New standards for teaching and learning in America's school (3rd Edition)*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Xie, Y., Fang, M. ve Shauman, K. (2015). STEM education. *Annual review of sociology*, 41, 331-357. doi: 10.1146/annurev-soc-071312-145659
- Wu, Y. T. ve Anderson, O. R. (2015). Technology-enhanced STEM (science, technology, engineering, and mathematics) education. *J. Comput. Educ.* 2(3), 245–249.

## **EKLER**

Ek 1. Ders Planlarına İlişkin Belirtke Tablosu

Ek 2. Matematik Başarı Testi

Ek 3. Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği

Ek 4. FeTeMM Farkındalık Ölçeği

Ek 5. Problem Temelli Çalışma Kağıtları

Ek 6. Problem Temelli Çalışma Kağıtlarının Analizinde Kullanılan Dereceli Puanlama Anahtarı

Ek 7. Tasarım Temelli Proje Ödevlerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı

Ek 8. STEM Eğitime Yönelik Görüşme Formu

Ek 9. Ders Planlarına İlişkin Uzman Görüşü

Ek 10. Deney Grubunda Uygulanan Ders Planları

Ek 11. Öğretmen Adaylarının Çözdüğü Problem Temelli Çalışma Kağıtlarından Örnekler

Ek 12. Proje Ödevlerinden Örnekler

Ek 13. Uygulama İzni

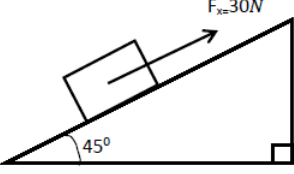

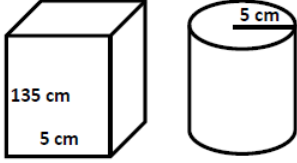
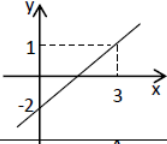
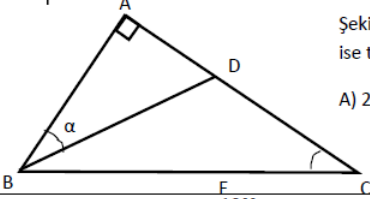
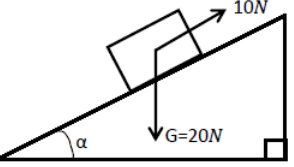
Ek 14. Etik Kurul Onay Belgesi

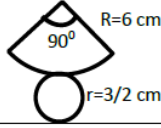

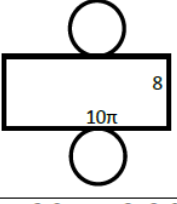
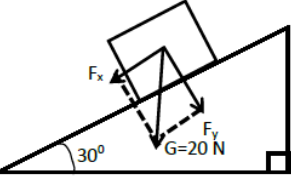
Ek 15. Araştırmacıya ait Özgeçmiş

Ek 1. Ders Planlarına İlişkin Belirtke Tablosu

Belirtke Tablosu						
	Konu	Kazanım	Etkinlik	Düzy	Değerlen dirme	Soru No
1	Katı Cisimlerin Alan Hacimleri	1. Üç boyutlu geometrik şekillerin yüzey alanını hesaplayabilir.	1	Uygulama	Başarı Testi	1, 14, 18
		2. Üç boyutlu geometrik şekillerin hacimlerini hesaplayabilir.	1	Uygulama	Başarı Testi	4, 5, 8
		3. Maliyeti düşük bir bina modeli tasarlayabilir.	1	Yaratma	Proje	
		4. Tasarladığı bina modeli için metraj hesabı yapabilir.	1	Uygulama	Proje	
		5. Tasarladığı bina modelini Google Sketchup programı ile modelleyebilir.	1	Uygulama	Proje	
2	Trigonometri	1. Trigonometrik kuralları bilir.	2,3	Hatırlama	Başarı Testi	2, 15
		2. Trigonometri ile ilgili problemleri çözer.	2,3	Uygulama	Başarı Testi	13, 16, 17
		3. Bir teodolit modeli tasarlayabilir.	2	Yaratma	Proje	
		4. Tasarladığı teodolit modeli ile binaların yüksekliğini ölçebilir.	2	Uygulama	Proje	
		5. Trigonometri bilgisi kullanarak eğik düzlemde cisme etki eden kuvvetleri hesaplayabilir.	3	Uygulama	Başarı Testi	3, 11, 21
		6. Algodoo programını kullanmayı bilir.	3	Uygulama	Proje	
		7. Algodoo ile eğik düzlemin açlarına göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon tasarlar.	3	Yaratma	Proje	
3	Koordinat Sistemi	1. Koordinat sistemi ile ilgili kuralları bilir.	4	Hatırlama	Başarı Testi	6, 7, 20
		2. Doğrunun analitik incelemesini yapar.	4	Uygulama	Başarı Testi	9, 10, 12, 19
		3. Sctrach programı ile kodlama yapar.	4	Uygulama	Proje	
		4. Sctrach programını kullanarak koordinat sistemi ile ilgili bir oyun tasarlar.	4	Yaratma	Proje	

## Ek 2. Matematik Başarı Testi

Sınıf Öğretmenliği Temel Matematik Dersi Başarı Testi	
1	Taban ayrıtları 2 cm, 3 cm ve yüksekliği 8 cm olan dikdörtgenler prizmasının yüzey alanı nedir? A) 92 B) 80 C) 96 D) 84 E) 46
2	Hipotenüsü 1 br olan olan bir dik üçgende dar açılardan biri $\alpha$ ise $\alpha$ 'nın karşısındaki dik kenar aşağıdakilerden hangisidir? A) $\cos\alpha$ B) $\sin\alpha$ C) $\cot\alpha$ D) $\tan\alpha$ E) $\sec\alpha$
3	 <p>Yandaki sürtünmesiz eğik düzlemde cisim 30 N luk bir kuvvetle dengelendiğine göre cismin kütlesi kaç newtondur? A) <math>20\sqrt{2}</math> B) 60 C) <math>20\sqrt{3}</math> D) <math>30\sqrt{2}</math> E) 10</p>
4	 <p>Yandaki kare dik piramidin bir taban ayrıtlarının uzunluğu 60 m, yanal alanı 6000 m<sup>2</sup>dir. Buna göre piramidin yüksekliği nedir? A) 50 B) 40 C) 30 D) 150 E) 90</p>
5	 <p>Bir taban ayrıtlarının uzunluğu 5 cm ve yüksekliği 135 cm olan kare prizma süt ile doludur. Bu prizmadaki süt, yarıçapı 5 cm olan silindirik şeklindeki bir bardağa boşaltılmak isteniyor. Hiç süt taşmaması için bardağın yüksekliği en az kaç cm olmalıdır? (<math>\pi=3</math>) A) 9 B) 225 C) 15 D) 45 E) 135</p>
6	$ay=bx+c$ doğru denkleminde doğrunun eğimi hangisidir? A) a B) c C) b D) $b/a$ E) $c/a$
7	Merkezi orijin ve yarıçapı 1 birim olan çemberin (birim çember) denklemi hangisidir? A) $x^2+y^2=1$ B) $x+y=1$ C) $x+y+1=0$ D) $y^2=x^2+1$ E) $x=y$
8	Bir apartmanın inşaatının zemini için 50 cm çap ve 200 cm yüksekliğinde silindirik şekilde toplam 40 kolon dökülecektir. Toplam kaç m <sup>3</sup> betona ihtiyaç vardır? A) $200\pi$ B) $20\pi$ C) $5\pi$ D) $125\pi$ E) $5000\pi$
9	 <p>Yandaki grafikte verilen doğrunun denklemi nasıldır? A) <math>y=x-4</math> B) <math>y=2x</math> C) <math>2y=x-2</math> D) <math>y=x-2</math> E) <math>2y=x</math></p>
10	 <p>Şekildeki ABC dik üçgeninde <math> AB  \perp  AC </math> ve <math> BD = DC </math> dir. <math>\tan\alpha=3/4</math> ise <math>\tan C=?</math> A) <math>2/3</math> B) <math>3/4</math> C) <math>4/7</math> D) <math>1/2</math> E) <math>4/5</math></p>
11	 <p>Şekildeki eğik düzlemde 20 N ağırlığındaki bir cisim 10 N kuvvetle yukarı doğru dengede tutulabiliyor. Buna göre eğik düzlemin açısı nedir? (<math>\alpha=?</math>) A) 30 B) 60 C) 45 D) <math>135^\circ</math> E) 120</p>

12	$3y+x+a=0$ denklemini x eksenini (6,0) noktasında kestiğine göre a=? A) 6                      B) 9                      C) -9                      D) -3                      E) -6
13	$\frac{\sin 30 + \cos 30}{\tan 45} = ?$ A) $\sqrt{3}$ B) $1/2$ C) $1/\sqrt{3}$ D) $\frac{1+\sqrt{3}}{2}$ E) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
14	 Yanda açık şekli verilen koninin yüzey alanı nedir? A) $9\pi$ B) $12\pi$ C) $45\pi/4$ D) $9\pi/4$ E) $15\pi/4$
15	$\sin 38 = a$ ise $\cos 52 = ?$ A) 1                      B) a                      C) -a                      D) $1/a$ E) $-1/a$
16	 Şekildeki gibi bir köprü inşa edilecektir. Köprüye giden yol % 4 eğime (tan $\alpha$ ) sahip olacak şekilde toprakla doldurulacaktır. Köprü ayağının yüksekliği 8 m ( BC =8m) olduğuna göre doldurma işlemi B noktasından kaç m geriden başlamalıdır? ( AB =?) A) 200                      B) 100                      C) 8                      D) 40                      E) 1000
17	$\tan x = 0,75$ ise $\cot x + \cos x = ?$ A) $3/5$ B) $3/4$ C) $4/5$ D) $15/32$ E) $32/15$
18	 Şekilde kenar uzunlukları verilen silindirin yüzey alanı kaç cm <sup>3</sup> tür? A) $25\pi$ B) $130\pi$ C) $80\pi$ D) $50\pi$ E) $200\pi$
19	$3x-y-6=0$ ve $x+2y-2=0$ doğruları hangi noktada kesişir? A) (2,-2)                      B) (0,2)                      C) (-2,0)                      D) (3,1)                      E) (2,0)
20	İki doğru dik kesiştiğine göre eğimleri ile ilgili hangi ifade doğrudur? A) $m_1 = m_2$ B) $m_1 \cdot m_2 = 0$ C) $m_1 \cdot m_2 = 1$ D) $m_1 \cdot m_2 = -1$ E) $m_1 + m_2 = 1$
21	 Sürtünmesi önemsiz eğim açısı 30° olan şekildeki eğik düzlemde 20 N kütleli bir cisim serbest bırakılıyor. Cismin kütlelerinin F <sub>x</sub> yönündeki bileşeni nedir? A) 10                      B) $10\sqrt{3}$ C) $20\sqrt{3}$ D) 60                      E) 40

### Ek 3. Matematiksel Problem Çözmeye İlişkin İnanç Ölçeği

Problem çözmeye ilişkin inanç ölçeği	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Çözmesi uzun zaman alan matematik problemleri beni rahatsız etmez.	1	2	3	4	5
2. Çözmesi uzun süren matematik problemlerini yapabileceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
3. Eğer üzerinde çalışırsam zor matematik problemlerini yapabilirim.	1	2	3	4	5
4. Bir matematik probleminin çözümünün neden doğru olduğunu araştırmak için harcanan zaman iyi harcanmış zamandır.	1	2	3	4	5
5. Bir matematik probleminin çözümünün neden doğru olduğunu anlamayan bir kişi o problemi henüz gerçekten çözmemiş demektir.	1	2	3	4	5
6. Doğru cevabı verdiği sürece, matematiksel bir işlemin neden işe yaradığını anlamak önemli değildir.	1	2	3	4	5
7. Eğer doğru cevabı bulabiliyorsan, bir matematik problemini anlayıp anlamaman önemli değildir.	1	2	3	4	5
8. Problem çözemeyen bir kişi, matematiği anlayamaz.	1	2	3	4	5
9. Birey problem çözümünde işlemsel becerileri kullanamıyorsa bu becerilerin çok az bir değeri vardır.	1	2	3	4	5
10. Birey işlemsel (hesaplama) becerileri gerçek yaşama uygulayamıyorsa bu beceriler yararsızdır.	1	2	3	4	5
11. İşlemsel (hesaplama) becerileri öğrenmek, problem çözmeyi öğrenmekten daha önemlidir.	1	2	3	4	5
12. Problem çözümü matematiğin önemli bir parçası değildir.	1	2	3	4	5
13. Bir kişi çok çalışarak matematikte daha iyi olabilir.	1	2	3	4	5
14. Çalışmak bir kişinin matematiksel becerilerini geliştirir.	1	2	3	4	5
15. Çok çalışarak matematikte daha iyi olabilirim.	1	2	3	4	5
16. Bir kişi çok çalışırsa matematiksel becerisi gelişir.	1	2	3	4	5
17. Çok çalışmak bireyin matematiği anlama becerisini geliştirir.	1	2	3	4	5
18. Eğer çok çalışırsam matematikte daha iyi olabilirim.	1	2	3	4	5
19. Ne kadar yararlı olduğumu bildiğim için matematik çalışıyorum.	1	2	3	4	5
20. Matematik bilmek hayatımı kazanacağım mesleği edinmeye yardım eder.	1	2	3	4	5
21. Matematik harcanan emeğe değerli bir derstir.	1	2	3	4	5
22. Matematik yaşamımdaki işlerde bana gerekli olmayacaktır.	1	2	3	4	5
23. Matematiğin yaşamımla bir ilgisi yoktur.	1	2	3	4	5
24. Matematik çalışmak zaman kaybıdır.	1	2	3	4	5



#### Ek 4. FeTeMM Farkındalık Ölçeği

FeTeMM Farkındalık Ölçeği

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

## Ek 5. Problem Temelli Çalışma Kağıtları

### Birinci Etkinliğe ait Problem Temelli Çalışma Kağıdı

#### EK 2. Problem Temelli Çalışma Kağıdı

**Görev:** Depo olarak kullanmak için maliyeti düşük bir bina modeli tasarlayın.

a.  $3000 \text{ m}^3$  hacminde, 10 m yüksekliğinde bir depo yapılmak isteniyor. Silindir, kare prizma, eşkenar üçgen prizma ve düzgün altıgen prizma şekillerini yüzey alanı açısından karşılaştırınız ve en düşük yüzey alanına sahip olanı bulunuz.

b. Bulduğunuz şekil üzerinde 20 cm duvar kalınlığı için metraj hesabı ( $1 \text{ m}^3$  beton 147,5 TL, 2016 yılı için) yaparak bilgisayarda modelleyin.

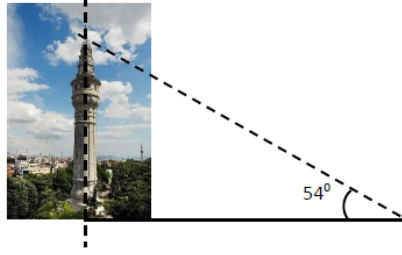


## İkinci Etkinliğe ait Problem Temelli Çalışma Kağıdı

### EK 2. Problem Temelli Çalışma Yapağı

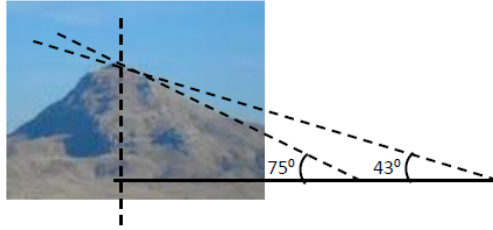
Görev: Ölçülmesi zor olan yükseklikleri (dağ, bina, kule gibi) ölçmek için bir teodolit modeli tasarlayın.

#### I. DURUM:



Bulduğumuz noktadan 1300 m uzaklıktaki bir kulenin tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $54^\circ$  lik açı yapıyorsa kulenin yüksekliğini bulunuz.

#### II. DURUM:



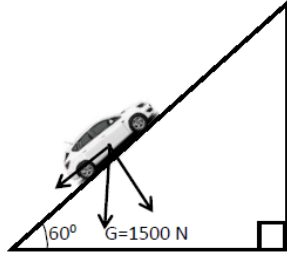
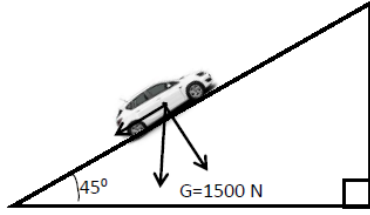
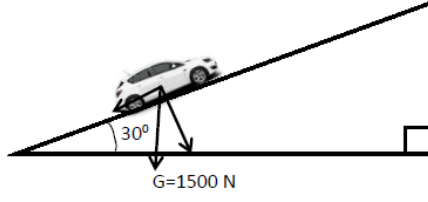
Bir dağın tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $43^\circ$  lik açı yapıyorken, 500 m ilerleyerek dağa yaklaştığımızda ve tekrar ölçüm yaptığımızda dağın tepe noktasının yatayla  $75^\circ$  lik açı yaptığını ölçüyoruz. Buna göre dağın yüksekliği nedir?

## Üçüncü Etkinliğe ait Problem Temelli Çalışma Kağıdı

### EK 1. Problem Temelli Çalışma Kağıdı

**Görev: a.** Bir binanın altına kapalı otopark yapılacaktır.  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  açılarla yapılan eğimli yolda 1500 N ağırlığındaki bir otomobilin hareketi nasıl olur? Otomobilin dikey ve yatay ağırlık bileşenlerini bulunuz. Buna göre otomobilin en güvenli hareketi için en uygun yol eğimine karar veriniz.

b. Bu garaj yolunu bilgisayar ortamında görselleştiriniz. Algodoo programını kullanarak eğik düzlemin açlarına göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon hazırlayınız.



## Dördüncü Etkinliğe ait Problem Temelli Çalışma Kağıdı

### Ek 3. Problem Temelli Çalışma Kağıdı



#### Görevler:

- Koordinat sistemi üzerinde gösterilen haritada Karadeniz'de Sinop (İnceburun) – Akyar - Köstence arasında sefer yapan bir geminin Sinop'tan başlayarak geri Sinop'a döndüğünde aldığı toplam yolu bulunuz.
- Sinop-Akyar arasındaki uzaklığı hesaplayan bir algoritma yazın.
- Koordinat sistemiyle ilgili scratch programını kullanarak bir oyun tasarlayın.

Ek 6. Problem Temelli Çalışma Kağıtlarının Analizinde Kullanılan Dereceli Puanlama Anahtarı

	<b>Problem Çözme Süreci</b>	<b>0 Puan</b>	<b>1 Puan</b>	<b>2 Puan</b>
<b>1</b>	<b>Problemin Anlaşılması</b>	Hiçbir şey yapamama	Problemde verilenleri eksik ya da hatalı gösterme	Problemi tam ve doğru anlama
<b>2</b>	<b>Çözüm Stratejisinin Belirlenmesi</b>	Uygun çözüm stratejisini belirleyememe	Uygun çözüm stratejisini belirleme ancak doğru uygulayamama	Doğru stratejiyi seçme ve uygulama
<b>3</b>	<b>Stratejinin Uygulanması</b>	Çözümle ilgili hiçbir işlem yapamama	İşlem hatası sebebiyle sonucu yanlış bulma	Tam ve doğru sonuca ulaşma
<b>4</b>	<b>Çözümün Değerlendirilmesi</b>	Çözümün doğruluğu kontrol edilmemesi	Çözümün doğruluğunun kısmen kontrol edilmesi	Çözümün doğruluğunun tam kontrol edilmesi

Ek 7. Tasarım Temelli Proje Ödevlerinin Değerlendirilmesi İçin Dereceli Puanlama Anahtarı

	Boyutlar	Alt boyutlar	Yetersiz (0)	Yeterli (1)	Nitelikli (2)
<b>1</b>	Genel özellikler	İşlevsel			
		Yaratıcı-Özgün			
		Ergonomik			
		Sürdürülebilir			
<b>2</b>	Eğitsel özellikler	Kazanımlara uygunluk			
		Konu içeriğine uygunluk			
		Gelişim seviyesine uygunluk			
		Konunun öğrenilmesini destekleme			
		Motive edici			
		Anlaşılır			
<b>3</b>	Tasarım özellikleri	Estetik			
		Dikkat çekici			
		Görsel tasarım ilkelerine uygun			
	Toplam				

## Ek 8. STEM Eğitime Yönelik Görüşme Formu

### STEM Eğitime Yönelik Görüşme Formu

Sevgili Öğretmen Adayları,

Aşağıda birlikte yürütmüş olduğumuz STEM eğitime ilişkin görüşlerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmış sorular bulunmaktadır. Bu konudaki görüşleriniz araştırmamıza katkı sağlayacaktır. Bu nedenle sorulara içtenlikle cevap vermeniz araştırmanın güvenilirliği açısından önemlidir. Kimlikleriniz ve görüşme kayıtları kesinlikle gizli tutulacaktır. İzin verirsiniz görüşmeleri yazılı hale getirebilmek için görüşmeleri kaydedeceğim. Katkılarınızdan ötürü teşekkür ederim...

1. Bu derste uyguladığımız etkinliği ve problem çözme sürecini değerlendirir misin?

Alternatif: Çözmek için hangi aşamaları izlediniz? Çözerken zorlandınız mı? (Sonda: süreç kolay-zor, işbirlikli öğrenme gruplarının etkisi, olumlu-olumsuz olaylar)

2. Bu etkinlikler matematik bilgi ve becerilerinizin gelişimini nasıl etkiledi?

Alternatif: Matematiksel yeterliliğinizin gelişimine etkisi açısından bu problemi, diğer derslerde çözdüğünüz sıradan matematik sorularıyla karşılaştırabilir misiniz? (artı-eksi yönleri, matematik konularının öğretiminde gerekli-gereksiz, olumlu-olumsuz etkileri)

3. Mühendislik ve teknolojiyle ilişkilendirilerek yapılan bu matematik dersini diğer matematik dersleriyle karşılaştırarak değerlendiriniz.

4. Fen ve matematik derslerinin teknoloji ve mühendislikle ilişkilendirilerek anlatılması gerekli midir? Neden? Bunun öğrenciye sağlayacağı avantaj ve dezavantajlar neler olabilir?


5. Eğitimde mühendisliğin öneminin ve günlük hayatımızda nasıl kullanıldığının öğretilmesini gerekli buluyor musunuz? Neden? Bunun öğrenciye sağlayacağı avantaj ve dezavantajlar neler olabilir?


6. Temel eğitimde diğer eğitim düzeylerinde FeTeMM eğitim yaklaşımı uygulanmalı mı? Artı ve eksi yönleri ile değerlendiriniz.

7. Bu derslerin iletişim, işbirliği, liderlik gibi 21. Yüzyıl becerileri olarak anılan becerilerinizin gelişimine bir katkısı oldu mu? Nasıl?



## Ek 9. Ders Planlarına İlişkin Uzman Görüşü

 Kimden: Louisnadelson  
Kime: Ozlem Ozcakir Sumen

 Integrated STEM...and the future.pdf (624,1 KB) [İndir](#) | [Evrak çantası](#) | [Kaldır](#)

Hello Ozlem,

Thanks for your patience. I am currently finishing teaching while transitioning to the Director of Sponsored Programs and Academic Research.

Your activities looked great - very much aligned with integrated STEM content. The focus is on the task rather than content which is key to integrated STEM learning. I would encourage your participants to think of unique and effective ways to integrate as many STEM concepts into the activities. For example, you can explore materials, physics, mathematics, engineering, friction, forces, chemistry, etc with your inclined plane activity. What happens with different surfaces (e.g foil, wax paper, sand paper, oil) and different shapes and surfaces.

You are certainly going in the right direction!

I hope that helps.

I have attached a recent article that may help you as well.

Good luck with your research!

Take care,

Louis

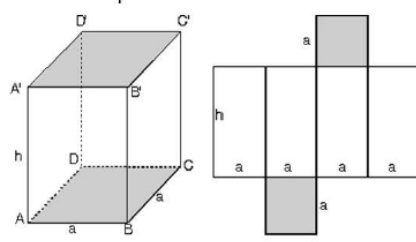
Louis S. Nadelson, Ph.D.  
STEM Executive Editor – Journal of Educational Research  
Chief Editor: Journal STEM Education Research and Practice - [digitalcommons.usu.edu/jsERP/](http://digitalcommons.usu.edu/jsERP/)  
AAAS Pacific Division - Education Chair

## Ek 10. Deney Grubunda Uygulanan Ders Planları

<b>DERS PLANI I – Bina Modelleme</b>		
<b>Konu</b>	Katı Cisimlerde Alan ve Hacim Hesaplamaları	
<b>Yöntem ve Teknikler</b>	STEM, Problem Temelli Öğrenme, İşbirlikli Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme, Mühendislik Tasarım, Beyin Fırtınası	
<b>Kazanımlar</b>		
<b>Matematik</b>	1. Üç boyutlu geometrik şekillerin yüzey alanını hesaplayabilir. 2. Üç boyutlu geometrik şekillerin hacimlerini hesaplayabilir.	
<b>Mühendislik</b>	1. Maliyeti düşük bir bina modeli tasarlayabilir. 2. Tasarladığı bina modeli için metraj hesabı yapabilir.	
<b>Teknoloji</b>	1. Tasarladığı bina modelini Google Sketchup programı ile modelleyebilir.	
		<b>Materyaller</b>
<b>Giriş (İlgi çekme)</b>	1. Öğrencilere günlük hayatımızda prizma ve piramit gibi üç boyutlu geometrik şekillerin kullanıldığı yerler sorulur.	
<b>Açıklama (Gerekli bilgileri verme)</b>	1. Üç boyutlu geometrik şekillerin yüzey alanı hesaplamaları öğrencilere anlatılır. 2. Üç boyutlu geometrik şekillerin hacimlerinin hesaplanması öğrencilere anlatılır. 3. Öğrencilere kare prizma, küp, silindir, piramit, küre ve koninin yüzey alanı ve hacimlerinin yer aldığı çalışma kağıdı dağıtılır (Ek 1). 4. İnşaat mühendisliğinde bina inşa etmeden önce yapılan metraj hesabı öğrencilere anlatılır. Kamu ihalelerine girerken inşaat için toplam bir metraj hesabı yapılmaktadır. Tüm gider kalemleri bir miktar kar ile toplanarak toplam bir maliyet hesabı çıkarılır ve bu fiyat üzerinden ihaleye çıkılır. 5. Üç boyutlu modelleme programlarından Google Sketchup programı ve temel komutları tanıtılır. Mühendislik tasarım etkinliği için gruplara ayrılırlar.	
		Üç boyutlu cisim modelleri Katı Cisimlerde Alan ve Hacim Formülleri (Ek 1) Google Sketchup programı Problem Temelli Çalışma Kağıdı (Ek 2)

Mühendislik Tasarım Süreci	<p><b>1. Problemin Tanımlanması</b></p> <p><b>2. Çözümler</b></p> <p><b>3. Analiz/ Modelleme</b></p> <p><b>4. Deneme</b></p> <p><b>5. Karar Verme</b></p> <p><b>6. Takım Çalışması/ İşbirliği</b></p>	<p>Problem temelli çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır (Ek 2).</p> <p>1. Depo olarak kullanmak için maliyeti düşük bir bina modeli tasarlayın.</p> <p>a. 3000 m<sup>3</sup> hacminde, 10 m yüksekliğinde bir depo yapılmak isteniyor. Silindir, kare prizma, eşkenar üçgen prizma ve düzgün altıgen prizma şekillerini yüzey alanı açısından karşılaştırınız ve en düşük yüzey alanına sahip olanı bulunuz.</p> <p>b. Bulduğunuz şekil üzerinde 20 cm duvar kalınlığı için metraj hesabı (1 m<sup>3</sup> beton 147,5 TL, 2016 yılı için) yaparak bilgisayarda modelleyin.</p> <p>2. Öğrencilere düşünmeleri için süre verilir. Beyin fırtınası yapılarak çözüm üretmeleri sağlanır.</p> <p>3. Öğrenciler çözüm için tahminlerde bulunur ve denemeler yaparlar. Kağıtlara depo modelleri çizerler ve çözüme ilişkin hesaplama yaparlar. Modelleri karşılaştırırlar.</p> <p>4. Öğrenciler kağıtlara yaptıkları çizimleri hesaplamalar yaparak denerler. En düşük yüzey alanına sahip olan şekle karar verirler.</p> <p>5. Çizimleri üzerinde iç hacim ve örnek bir duvar kalınlığı için metraj hesabı yaparlar. Ürünü kontrol ederek değerlendirirler. Ölçümlerini, doğru ve yanlış yaptıkları kısımları belirlerler.</p> <p>6. Öğrenciler karar verdikleri modeldeki depoyu Google Sketchup programı ile çizerler. Yaptıkları çizimleri sunarlar.</p>	<p>Google Sketchup</p>
<b>Değerlendirme (Amaçlara ulaşıldı mı?)</b>		<p>1. Her gruba bu derste ne öğrendikleri, grupta neler yaptıklarını paylaşmaları istenir.</p> <p>2. Katı cisimlerin alan ve hacimleriyle ilgili sorular çözülür.</p>	
<b>Kapanış</b>		<p>Bir sonraki ders için proje ödevi verilir.</p> <p>-Okulun bahçesine küçük bir bekçi kulübesi(3×3×3 m ölçülerinde ve 20 cm duvar kalınlığı, 1×1 m ölçülerinde üç pencere, 1×2 m ölçülerinde kapıdan oluşan) tasarlayarak milimetrik kağıda çiziniz. Google Sketchup programı ile modelleyiniz ve metraj hesabı (1 m<sup>3</sup> beton 147,5 TL, 2016 yılı için) yaparak proje olarak sununuz (taban ve tavan alanı ihmal edilecektir).</p>	

EK 1. Katı Cisimlerde Alan ve Hacim Formülleri

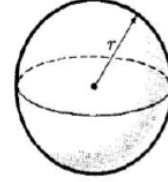
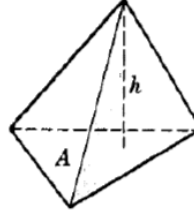
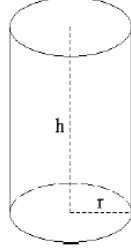


**Prizmalar**

Yüzey alanı= Alt t.+ üst t.+ yanal alan

$$=2.a^2+4.ah= 2a.(a+2h)$$

$$\text{Hacim } =V= a^2h$$



**Silindir**

$$Y.A.= \pi r^2+2\pi rh$$

$$V=\pi r^2h$$

**Koni**

$$Y.A.= \pi rl= \pi r\sqrt{r^2 + h^2}$$

$$V=1/3.\pi r^2h$$

**Piramit**

$$Y.A.=\text{Taban A.}+Yanal A.$$

$$V=1/3(\text{taban alanı}.h)$$

**Küre**

$$Y.A.= 4\pi r^2$$

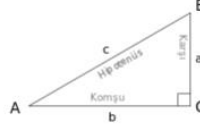
$$V=4/3\pi r^3$$

DERS PLANI II- Teodolit Yapalım		
<b>Konu</b>	Trigonometri	
<b>Yöntem ve Teknikler</b>	STEM, Problem Temelli Öğrenme, İşbirlikli Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme, Mühendislik Tasarım, Beyin Fırtınası	
<b>Kazanımlar</b>		
<b>Matematik</b>	1. Trigonometrik kuralları bilir. 2. Trigonometri ile ilgili problemleri çözer.	
<b>Mühendislik</b>	1. Bir teodolit modeli tasarlayabilir. 2. Tasarladığı teodolit modelini kullanarak binaların yüksekliğini hesaplayabilir.	
		<b>Materyaller</b>
<b>Giriş (İlgi çekme)</b>	1. Trigonometrinin günlük hayatımızla ilişkisi ve kullanıldığı yerler öğrencilere sorulur. Fikir üretmeleri sağlanır.	
<b>Açıklama (Gerekli bilgileri verme)</b>	1. Trigonometri konusu öğrencilere anlatılır. Trigonometrik kurallar açıklanır. Trigonometrik kuralları içeren çalışma yaprağı sınıfa dağıtılır. Farklı soru türlerinden örnekler çözülür. Öğrenciler gruplara ayrılır.	Trigonometrik Kurallar (Ek 1)
<b>Mühendislik Tasarım</b>	<p><b>1. Problemin Tanımlanması</b> <b>2. Çözümler</b> <b>3. Analiz/ Modelleme</b> <b>4. Deneme</b> <b>5. Karar Verme</b> <b>6. Takım Çalışması/ İşbirliği</b></p> <p>Problem temelli çalışma kağıdı ve trigonometrik cetvel öğrencilere dağıtılır (Ek 2 ve Ek 4). 1. Ölçülmesi zor olan yükseklikleri (dağ, bina, kule gibi) ölçmek için bir teodolit modeli tasarlayın. a. Bulduğumuz noktadan 1300 m uzaklıktaki bir kulenin tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla 54° lik açı yapıyorsa kulenin yüksekliğini bulunuz (I. Durum). b. Bir dağın tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla 43°lik açı yapıyorken, 500 m ilerleyerek dağa yaklaştığımızda ve tekrar ölçüm yaptığımızda dağın tepe noktasının yatayla 75°lik açı yaptığını ölçüyoruz. Buna göre dağın yüksekliği nedir? (II. Durum) 2. Yatay uzaklığını bildiğimiz bir kulenin yüksekliğini bulmak istiyoruz. Bu yüksekliği nasıl buluruz? Öğrencilere tahtada şekil çizilir. Bulduğumuz nokta ile uzaktaki bir noktanın yatayla oluşturduğu açıyı bulacak bir alet (teodolit) sonucuna ulaşmaları sağlanır. Teodolitin ne olduğu açıklanır. 3. Öğrenciler grup olarak karar verdikleri çizimleri kağıt üzerine yaparlar. Nasıl bir teodolit geliştireceklerini tasarlarlar. 4. Öğrencilere gerçek teodolit modelini içeren çalışma kağıdı dağıtılır (Ek 3). Gerçek model doğrultusunda kendi tasarımlarını geliştirirler. 5. Öğrenciler tasarımlarının son şekli üzerinde karara varırlar. Daha sonra tasarımlarını gerçekleştirmek üzere proje ödevleri verilir. 6. Problem temelli çalışma kağıtlarında teodolitle ilgili problemleri işbirlikli gruplarla çözerler.</p>	Problem temelli çalışma kağıdı (Ek 2) Trigonometrik Cetvel (Ek 4) Teodolit Modeli ve Ölçümler (Ek 3)
<b>Değerlendirme (Amaçlara ulaşıldı mı?)</b>	1. Teodolit üretirken nelere dikkat ettiniz? Trigonometri ile teodolit bağlantısı nedir? Deneyimlerinizi anlatınız.	

	2. Konuyla ilgili sorular çözülür.	
<b>Kapanış</b>	<p>Öğrencilere proje ödevleri verilir.</p> <p>-Grup olarak yapmayı tasarladığınız teodolit modelini belirtilen malzemeleri de kullanarak yapınız, bir dahaki derste sununuz.</p> <p>-Ürettiğiniz teodolit ile bir binanın yüksekliğini hesaplayarak sonucunu ayrıntılı rapor halinde sununuz.</p>	<p>D cetveli Çivi Toplu İğne Karton Kalın Kenarlı Mercek İnce Kenarlı Mercek Bant CD Kalem Üç Ayak</p>

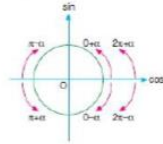
### EK 1. Trigonometrik Kurallar

- $\sin A = \frac{a}{c}$
- $\cos A = \frac{b}{c}$
- $\tan A = \frac{a}{b}$
- $\cot A = \frac{1}{\tan A} = \frac{\cos A}{\sin A} = \frac{b}{a}$
- $\sec A = \frac{c}{b} = \frac{1}{\cos A}$
- $\operatorname{cosec} A = \frac{c}{a} = \frac{1}{\sin A}$



	0	$30 = \pi/6$	$45 = \pi/4$	$60 = \pi/3$	$90 = \pi/2$	$180 = \pi$	$270 = (3/2)\pi$
$\sin x$	0	1/2	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{3}/2$	1	0	-1
$\cos x$	1	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{2}/2$	1/2	0	-1	0
$\tan x$	0	$1/\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\infty$	0	$\infty$
$\cot x$	$\infty$	$\sqrt{3}$	1	$1/\sqrt{3}$	0	$\infty$	0

0,  $\pi$ ,  $2\pi$ ,  $3\pi$ , ... açılarında trigonometrik fonksiyonlar isim değıştirmezler.



$$\begin{aligned} \sin(0 + \alpha) &= \sin \alpha & \sin(0 - \alpha) &= \sin(-\alpha) = -\sin \alpha \\ \cos(0 + \alpha) &= \cos \alpha & \cos(0 - \alpha) &= \cos(-\alpha) = \cos \alpha \\ \tan(0 + \alpha) &= \tan \alpha & \tan(0 - \alpha) &= \tan(-\alpha) = -\tan \alpha \\ \cot(0 + \alpha) &= \cot \alpha & \cot(0 - \alpha) &= \cot(-\alpha) = -\cot \alpha \\ \\ \sin(\pi + \alpha) &= -\sin \alpha & \sin(\pi - \alpha) &= \sin \alpha \\ \cos(\pi + \alpha) &= -\cos \alpha & \cos(\pi - \alpha) &= -\cos \alpha \\ \tan(\pi + \alpha) &= \tan \alpha & \tan(\pi - \alpha) &= -\tan \alpha \\ \cot(\pi + \alpha) &= \cot \alpha & \cot(\pi - \alpha) &= -\cot \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) &= \cos \alpha & \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) &= \cos \alpha \\ \cos\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) &= -\sin \alpha & \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) &= \sin \alpha \\ \tan\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) &= -\cot \alpha & \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) &= \cot \alpha \\ \cot\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) &= -\tan \alpha & \cot\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) &= \tan \alpha \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) &= -\cos \alpha & \sin\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) &= -\cos \alpha \\ \cos\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) &= \sin \alpha & \cos\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) &= -\sin \alpha \\ \tan\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) &= \cot \alpha & \tan\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) &= \cot \alpha \\ \cot\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right) &= -\tan \alpha & \cot\left(\frac{3\pi}{2} - \alpha\right) &= -\tan \alpha \end{aligned}$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

$$\begin{aligned} \cos 2x &= \cos^2 x - \sin^2 x \\ &= 2\cos^2 x - 1 \\ &= 1 - 2\sin^2 x \end{aligned}$$

$$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x} \quad \text{veya} \quad \tan 2x = \frac{2}{\cot x - \tan x}$$

$$\cot 2x = \frac{\cot^2 x - 1}{2 \cot x} \quad \text{veya} \quad \cot 2x = \frac{\cot x - \tan x}{2}$$

$$\tan^2 x = \frac{1 - \cos 2x}{1 + \cos 2x}, \quad \cot^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{1 - \cos 2x}$$

$$\sin x \cdot \sin y = -\frac{1}{2} [\cos(x + y) - \cos(x - y)]$$

$$\cos x \cdot \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x + y) + \cos(x - y)]$$

$$\sin x \cdot \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x + y) + \sin(x - y)]$$

$$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$$

$$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$$

$$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$$

$$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$$

$$\tan(x - y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$$

$$\cot(x + y) = \frac{\cot x \cot y - 1}{\cot x + \cot y}$$

$$\cot(x - y) = \frac{\cot x \cot y + 1}{\cot x - \cot y}$$

$$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\sin x - \sin y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

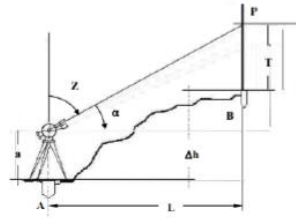
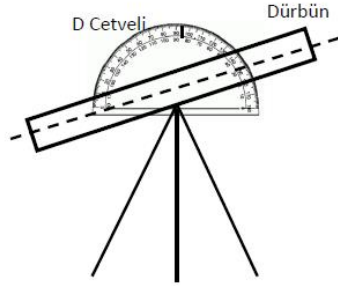
$$\tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$$

$$\tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$$

$$\cot x + \cot y = \frac{\sin(x+y)}{\sin x \sin y}$$

$$\cot x - \cot y = \frac{\sin(y-x)}{\sin x \sin y}$$

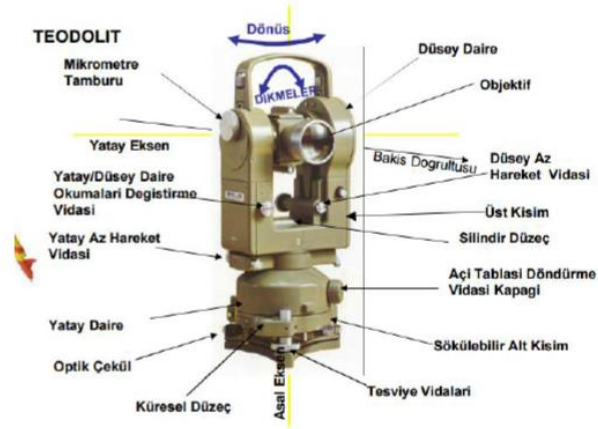
### EK 3. Teodolit Modeli ve Ölçümler



$$h = L \cdot \cot Z = L \cdot \tan \alpha$$

ve

$$\Delta h = a + h - T$$





**EK 4. Trigonometrik Cetvel**

Derece	Sin	Cos	Tan	Derece	Derece	Sin	Cos	Tan	Derece
<b>00</b>	0,0000	1,0000	0,0000	<b>00</b>	-	-	-	-	-
<b>01</b>	0,0175	0,9998	0,0175	<b>01</b>	<b>46</b>	0,7193	0,6947	1,0355	<b>46</b>
<b>02</b>	0,0349	0,9994	0,0349	<b>02</b>	<b>47</b>	0,7314	0,6820	1,0723	<b>47</b>
<b>03</b>	0,0523	0,9986	0,0524	<b>03</b>	<b>48</b>	0,7431	0,6691	1,1106	<b>48</b>
<b>04</b>	0,0698	0,9976	0,0699	<b>04</b>	<b>49</b>	0,7547	0,6561	1,1504	<b>49</b>
<b>05</b>	0,0872	0,9962	0,0875	<b>05</b>	<b>50</b>	0,7660	0,6428	1,1918	<b>50</b>
<b>06</b>	0,1045	0,9945	0,1051	<b>06</b>	<b>51</b>	0,7771	0,6293	1,2349	<b>51</b>
<b>07</b>	0,1219	0,9925	0,1228	<b>07</b>	<b>52</b>	0,7880	0,6157	1,2799	<b>52</b>
<b>08</b>	0,1392	0,9903	0,1405	<b>08</b>	<b>53</b>	0,7986	0,6018	1,3270	<b>53</b>
<b>09</b>	0,1564	0,9877	0,1584	<b>09</b>	<b>54</b>	0,8090	0,5878	1,3764	<b>54</b>
<b>10</b>	0,1736	0,9848	0,1763	<b>10</b>	<b>55</b>	0,8192	0,5736	1,4281	<b>55</b>
<b>11</b>	0,1908	0,9816	0,1944	<b>11</b>	<b>56</b>	0,8290	0,5592	1,4826	<b>56</b>
<b>12</b>	0,2079	0,9781	0,2126	<b>12</b>	<b>57</b>	0,8387	0,5446	1,5399	<b>57</b>
<b>13</b>	0,2250	0,9744	0,2309	<b>13</b>	<b>58</b>	0,8480	0,5299	1,6003	<b>58</b>
<b>14</b>	0,2419	0,9703	0,2493	<b>14</b>	<b>59</b>	0,8572	0,5150	1,6643	<b>59</b>
<b>15</b>	0,2588	0,9659	0,2679	<b>15</b>	<b>60</b>	0,8660	0,5000	1,7321	<b>60</b>
<b>16</b>	0,2756	0,9613	0,2867	<b>16</b>	<b>61</b>	0,8746	0,4848	1,8040	<b>61</b>
<b>17</b>	0,2924	0,9563	0,3057	<b>17</b>	<b>62</b>	0,8829	0,4695	1,8807	<b>62</b>
<b>18</b>	0,3090	0,9511	0,3249	<b>18</b>	<b>63</b>	0,8910	0,4540	1,9626	<b>63</b>
<b>19</b>	0,3256	0,9455	0,3443	<b>19</b>	<b>64</b>	0,8988	0,4384	2,0503	<b>64</b>
<b>20</b>	0,3420	0,9397	0,3640	<b>20</b>	<b>65</b>	0,9063	0,4226	2,1445	<b>65</b>
<b>21</b>	0,3584	0,9336	0,3839	<b>21</b>	<b>66</b>	0,9135	0,4067	2,2460	<b>66</b>
<b>22</b>	0,3746	0,9272	0,4040	<b>22</b>	<b>67</b>	0,9205	0,3907	2,3559	<b>67</b>
<b>23</b>	0,3907	0,9205	0,4245	<b>23</b>	<b>68</b>	0,9279	0,3746	2,4751	<b>68</b>
<b>24</b>	0,4067	0,9135	0,4452	<b>24</b>	<b>69</b>	0,9336	0,3584	2,6051	<b>69</b>
<b>25</b>	0,4226	0,9063	0,4663	<b>25</b>	<b>70</b>	0,9397	0,3420	2,7475	<b>70</b>
<b>Deg</b>	<b>Sin</b>	<b>Cos</b>	<b>Tan</b>	<b>Deg</b>	<b>Deg</b>	<b>Sin</b>	<b>Cos</b>	<b>Tan</b>	<b>Deg</b>

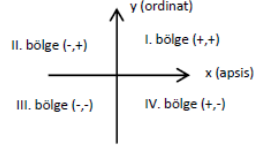
DERS PLANI III – Algodoo ile Simülasyon Hazırlama		
<b>Konu</b>	Trigonometri	
<b>Yöntem ve Teknikler</b>	STEM, Problem Temelli Öğrenme, İşbirlikli Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme, Mühendislik Tasarım, Beyin Fırtınası	
<b>Kazanımlar</b>		
<b>Matematik</b>	1. Trigonometri konusunu bilir. 2. Trigonometri ile ilgili problemleri çözer.	
<b>Fen</b>	1. Trigonometri bilgisi kullanarak eğik düzlemde cisme etki eden kuvvetleri hesaplayabilir.	
<b>Teknoloji</b>	1. Algodoo programını kullanmayı bilir. 2. Algodoo ile eğik düzlemin açılara göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon tasarlar.	
		<b>Materyaller</b>
<b>Giriş (İlgi çekme)</b>	Öğrencilerle simülasyonlar ve eğitimdeki yeri hakkında sorular sorulur.	
<b>Açıklama (Gerekli bilgileri verme)</b>	1. Öğrencilere önceki derste işlenen trigonometri konusu hatırlatılır. 2. Öğrencilere eğik düzlemin özellikleri açıklanır. 3. Simülasyonun ne olduğu açıklanır. Bir simülasyon programı olan Algodoo programı tanıtılır. Öğrenciler mühendislik tasarım ve problem temelli çalışma kağıtlarını çözmek üzere gruplara ayrılır.	
<b>Mühendislik Tasarım</b>	<p><b>1. Problemin Tanımlanması</b> <b>2. Çözümler</b> <b>3. Analiz/ Modelleme</b> <b>4. Deneme</b> <b>5. Karar Verme</b> <b>6. Takım Çalışması/ İşbirliği</b></p>	<p>Problem temelli çalışma kağıdı dağıtılır (Ek 1). 1. a. Bir binanın altına kapalı otopark yapılacaktır. 30°, 45°, 60° açılarla yapılan eğimli yolda 1500 N ağırlığındaki bir otomobilin hareketi nasıl olur? Otomobilin dikey ve yatay ağırlık bileşenlerini bulunuz. Buna göre otomobilin en güvenli hareketi için en uygun yol eğimine karar veriniz. b. Bu garaj yolunu ve otomobilin hareketlerini göz önüne alarak Algodoo programı ile eğik düzlemin açılara göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon tasarlayınız. -Öğrenciler problem temelli çalışma kağıdını çözerler ve en uygun yol eğimine karar verirler. 2. Öğrenciler hazırlayacakları simülasyon konusunda düşünerek çözümler üretirler. 3. Gruplardan yapacakları simülasyonu kağıt üzerinde planlamaları istenir. Eğik düzlemin açısına göre cismin hareketlerini gösteren örnek çizimler yaparlar. 4. Algodoo programını kullanarak simülasyonu tasarlarlar. 5. Simülasyon test edilir ve eksik, hatalar tespit edilir. 6. Öğrenciler yaptıkları simülasyonları sunarlar. Simülasyonu nasıl daha fazla geliştirebilecekleri konusunda işbirliği yaparlar. Öneriler doğrultusunda simülasyonu geliştirirler.</p>
<b>Değerlendirme (Amaçlara ulaşıldı mı?)</b>	1. Öğrencilerden süreci değerlendirmeleri ve tecrübelerini sınıfla paylaşmaları istenir.	
<b>Kapanış</b>	Öğrencilerden proje ödevi olarak, eğik düzlemin açılarıyla ilgili olarak yeni bir problem tasarlamaları ve Algodoo programını kullanarak simülasyon hazırlamaları istenir.	

<b>DERS PLANI IV – Algoritma Geliştirme ve Scratch ile Oyun Tasarımı</b>		
<b>Konu</b>	Koordinat sistemi	
<b>Yöntem ve Teknikler</b>	FeTeMM, Problem Temelli Öğrenme, İşbirlikli Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme, Mühendislik Tasarım, Beyin Fırtınası	
<b>Kazanımlar</b>		
<b>Matematik</b>	1. Koordinat sistemi ile ilgili kuralları bilir. 2. Doğrunun analitik incelemesini yapar.	
<b>Teknoloji</b>	1. Sctrach programı ile kodlama yapmayı bilir. 2. Sctrach programını kullanarak koordinat sistemi ile ilgili bir oyun geliştirebilir.	
		<b>Materyaller</b>
<b>Giriş (İlgi çekme)</b>	1. Öğrencilere koordinat sisteminin günlük hayatta ve mühendislikte kullanıldığı yerler sorulur.	
<b>Açıklama (Gerekli bilgileri verme)</b>	1. Koordinat sistemi, doğrunun denklem formülleri ve bölgeler öğrencilere anlatılır. Konuyla ilgili kuralların yer aldığı çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır (Ek 1). 2. Algoritma geliştirme, akış diyagramları anlatılır. Programlamanın ilk adımı algoritma oluşturur. Bir problemin çözümünde izlenecek yol demektir ve problemin çözümünün adımlar halinde yazılmasından oluşur. Algoritma basamaklarının bir başlangıcı ve sonu bulunur. Hazırlanan slaytlar ve çalışma kağıtları dağıtılır. (Ek 2). 3. Scratch programı ve özellikleri, komutlar anlatılır. Örnek uygulamalar gösterilir. 4. Öğrenciler işbirlikli çalışmak üzere takımlar oluşturur.	
		Scratch programı Çalışma kağıdı (Ek 1)

<b>Mühendislik Tasarım</b>	<b>1. Problemin Tanımlanması</b> <b>2. Çözümler</b> <b>3. Analiz/ Modelleme</b> <b>4. Deneme</b> <b>5. Karar Verme</b> <b>6. Takım Çalışması/ İşbirliği</b>	1. Problem temelli çalışma kağıdı öğrencilere dağıtılır (Ek 3). a. Koordinat sistemi üzerinde gösterilen haritada Karadeniz’de Sinop (Inceburun) - Akyar - Köstence arasında sefer yapan bir geminin Sinop’tan başlayarak geri Sinop’a döndüğünde aldığı toplam yolu bulunuz. b. Sinop-Akyar arasındaki uzaklığı (koordinatları verilen iki nokta arası uzaklık) hesaplayan bir algoritma geliştirin. c. Koordinat sistemiyle ilgili scratch programını kullanarak bir oyun tasarlayın. - Öğrenciler problem temelli çalışma kağıdında yer alan problemleri çözerler. - Sinop-Akyar arasındaki uzaklığı hesaplayan bir algoritma yazarlar. 2. Öğrenciler nasıl bir oyun tasarlayacaklarına dair çözümler üretirler. 3. Çözümlerini karşılaştırırlar. Oyuna ilişkin bir algoritma oluştururlar. 4. Tasarladıkları algoritmayı yazarlar. Daha sonra scratch programında algoritmayı programlayarak tasarladıkları oyunu geliştirirler. 5. Geliştirdikleri oyunu deneyerek eksiklik ve hatalarını tespit eder ve düzeltirler. 6. Gruplar geliştirdikleri programları sınıfla paylaşırlar. Programı daha fazla nasıl geliştirebilecekleriyle ilgili fikirlerini paylaşırlar.	Problem temelli çalışma kağıdı (Ek 3)
	<b>Değerlendirme (Amaçlara ulaşıldı mı?)</b>	1. Koordinat sistemi ile ilgili sorular çözülür. 2. Süreci değerlendirerek algoritma ve scratch ile programlamanın koordinat sistemini kavramadaki etkisinden söz edilir.	
	<b>Kapanış</b>	Bir dahaki derse koordinat sistemiyle ilgili yeni bir oyun algoritması geliştirerek programlamaları ve proje ödevi olarak sunmaları istenir.	

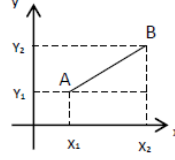
## Ek 1. Çalışma Kağıdı

### 1. Koordinat Sistemi:



### 2. İki nokta arasındaki uzaklık:

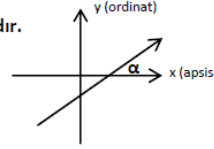
$$|AB| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$



### 3. Orta noktanın bulunması: $x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}$ $y_0 = \frac{y_1 + y_2}{2}$

### 4. Doğrunun eğimi: $\alpha$ açısının tanjantıdır.

$$y = mx + n \quad m = \tan \alpha$$



### 5. İki noktası bilinen doğrunun eğimi: $A(x_1, y_1)$ $B(x_2, y_2)$ $m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$

### 6. Eğimi ve bir noktası bilinen doğru denklemi: $y - y_1 = m \cdot (x - x_1)$

### 7. İki noktası bilinen doğrunun denklemi: $\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$

### 8. Grafiği verilen doğrunun denkleminin yazılması: $A(a, 0)$ $B(0, b)$ olan doğru $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$

### 9. İki doğrunun birbirine göre durumları:

$$d_1: a_1x + b_1y + c_1 = 0 \quad d_2: a_2x + b_2y + c_2 = 0 \text{ iki doğru; } a_1/a_2 = b_1/b_2 = c_1/c_2 \text{ ise çakışık}$$
$$a_1/a_2 = b_1/b_2 \neq c_1/c_2 \text{ ise paralel}$$
$$a_1/a_2 \neq b_1/b_2 \text{ ise kesişir.}$$

### 10. Bir noktanın bir doğruya olan uzaklığı: $A(x_1, x_2)$ noktasının $ax + by + c = 0$ doğrusuna uzaklığı

$$d = |a \cdot x_1 + b \cdot y_1 + c| / \sqrt{a^2 + b^2}$$

### 10. Paralel iki doğru arasındaki uzaklık: $|c_1 - c_2| / \sqrt{a^2 + b^2}$

## Ek 2. Algoritma ve Akış Diyagramları

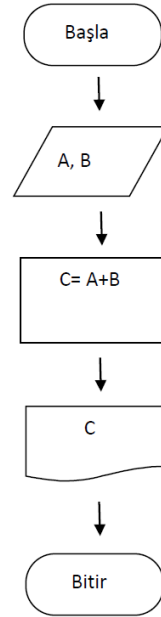
Akış Diyagramı Sembolleri						
Programın başlangıç ve bitişi	Bilgi girişi	Aritmetik hesaplama, işlem	Karar alma	Döngü	Birleştirme çizgileri	Yazdır

SORU: C= A ile B sayısının toplamını gösteren algoritma ve akış diyagramını yazınız.

Algoritma:

1. Adım: Başla
2. Adım: A ve B sayılarını gir
3. Adım:  $C = A + B$  işlemini yap
4. Adım: C sonucunu göster
5. Adım: Bitir

Akış Diyagramı:

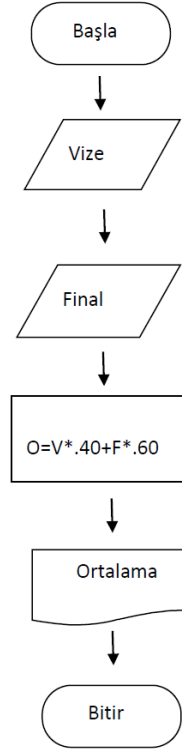


**Soru:** Vize notunun % 40'ı ile final notunun % 60'ının toplayarak not ortalaması olarak gösteren algoritma ve akış diyagramını yazınız. ( $O = V \cdot .40 + F \cdot .60$ )

Algoritma:

1. Adım: Başla
2. Adım: Vize notunu gir
3. Adım: Final notunu gir
4. Adım: Not ortalamasını hesaplama ( $O = V \cdot .40 + F \cdot .60$ )
5. Adım: Ortalamayı göster
6. Adım: Bitir


Akış Diyagramı:



Ek 11. Öğretmen Adaylarının Çözdüğü Problem Temelli Çalışma Kağıtlarından Örnekler

4) a)  $3000 \text{ m}^3$  hacimde,  $10 \text{ m}$  yüksekliğinde bir depo yapılmak isteniyor. silindir, kare prizma, eşken üçgen prizma ve düzgen altıgen prizma şekillerini yüzey alanından karşılaştırınız.  $\pi=3$  düşük yüzey alanına sahip olanı bulunuz. hacim.

b) Bulduğunuz şekil üzerinde  $20 \text{ cm}$  duvar kalınlığı için metroj hesabı yapınız. B gazyarda modelleyiniz. ( $1 \text{ m}^2$  beton  $107,5 \text{ TL}$ , 2016 yılı)

$a =$  

$$\pi r^2 h = 3000 \cdot 1000$$

$$\pi \cdot 10 = 1000$$

$$\pi = 100$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$2 \cdot \pi r^2 + 2 \pi r \cdot h$$

$$2 \cdot 3 \cdot 100 + 2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 10$$

$$600 + 600$$

$$y.A = 1200$$

Metroj Hesabı

$$0,2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

$$3 \cdot (9,8)^2 \cdot 10 = V_1$$

$$2 \cdot 881,2 = V_1$$

$$3000 - 2 \cdot 881,2 = 1118,8 \text{ (} \frac{V_2}{V_1} \text{-} V_1 \text{)}$$

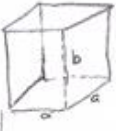
(beton harcancak hacim)

maliyet

Beton hacmi x beton fiyatı

$$118,8 \cdot 107,5$$

17.523 €



$$a^2 \cdot h = 3000$$

$$a^2 \cdot 10 = 3000$$

$$a^2 = 300$$

$$a = 10\sqrt{3}$$

$$10 \cdot \frac{17}{10}$$

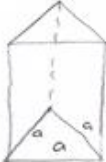
$$a = 17$$

$$2a^2 + 4ab$$

$$2 \cdot 289 + 4 \cdot 17 \cdot 10$$

$$578 + 680$$

$$y.A = 1258$$



$$\frac{a^2 \sqrt{3}}{4} \cdot 10 = 3000$$

$$a^2 \sqrt{3} = 1200$$

$$a^2 = \frac{1200 \sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$a^2 = 1000 \sqrt{3}$$

$$a = \sqrt{1000 \sqrt{3}}$$

$$a = 26,07$$

$$2 \cdot \frac{a^2 \sqrt{3}}{4} + 3a \cdot 10$$


$$\frac{170}{4} + 3 \cdot 26,07 \cdot 10$$

$$300 \sqrt{3} + 782,1$$

$$300 \cdot \frac{17}{10}$$

$$578 + 782,1$$

$$y.A = 1360,1$$



$$\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 \cdot h = 3000 \cdot \frac{1000}{100}$$

$$a^2 \sqrt{3} = 200$$

$$a^2 = \frac{200}{\sqrt{3}}$$

$$a = \frac{200 \sqrt{3}}{3}$$

$$a^2 = \frac{200 \cdot 17}{3}$$

$$a^2 = \frac{200}{3}$$

$$a = \frac{10 \sqrt{200}}{3}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{200}{3} \cdot 10 + 6a \cdot 10$$

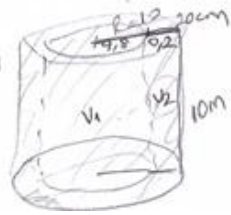
$$\frac{300 \sqrt{3}}{3} + 6 \cdot \frac{10 \sqrt{200}}{3} \cdot 10$$

$$300 \cdot \frac{17}{10} + 60 \cdot 10,64$$

$$578 + 638,4$$

$$1216,4$$

$\sqrt{3} \approx 1,7$ 
 $\sqrt[3]{3} \approx 1,3$ 
 $\sqrt{17} \approx 4,1$ 
 $\sqrt{2} \approx 1,4$



İkinci Grup Birinci Etkinliğe ait Problem Temelli Çalışma Kağıdı

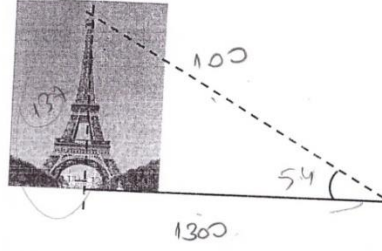


1pmp

### EK 2. Çalışma Yaprağı

Görev: Ölçülmesi zor olan yükseklikleri (dağ, bina, kule gibi) ölçmek için bir teodolit modeli tasarlayın.

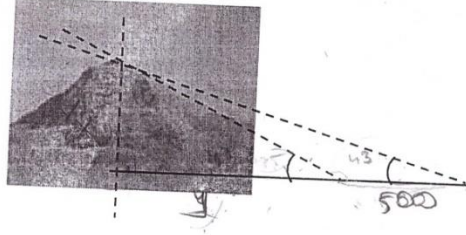
#### I. DURUM:



Bulduğumuz noktadan 1300 m uzaklıktaki bir kulenin tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $54^\circ$  lik açı yapıyorsa kulenin yüksekliğini bulunuz.

$$\tan 54 = 1,37 = \frac{137}{100}$$
$$\frac{137}{100} \times \frac{9}{1300}$$
$$= 198L$$

#### II. DURUM:



Bir dağın tepe noktası bulunduğumuz nokta ile yatayla  $43^\circ$  lik açı yapıyorken, 500 m ilerleyerek dağa yaklaştığımızda ve tekrar ölçüm yaptığımızda dağın tepe noktasının yatayla  $75^\circ$  lik açı yaptığını ölçüyoruz. Buna göre dağın yüksekliği nedir?

$$\tan 43 = 3,73$$
$$\tan 75 = 0,93$$

$$\frac{373}{100} = \frac{x}{y}$$
$$\frac{93}{100} = \frac{x}{500+y}$$
$$373y = 100x$$
$$46500 + 93y = 100x$$
$$373y = 46500 + 93y$$
$$280y = 46500$$
$$y = 166$$

$$x = 619,18$$

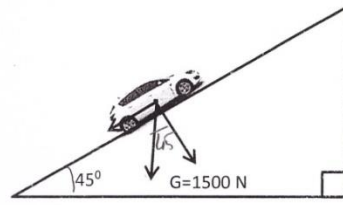
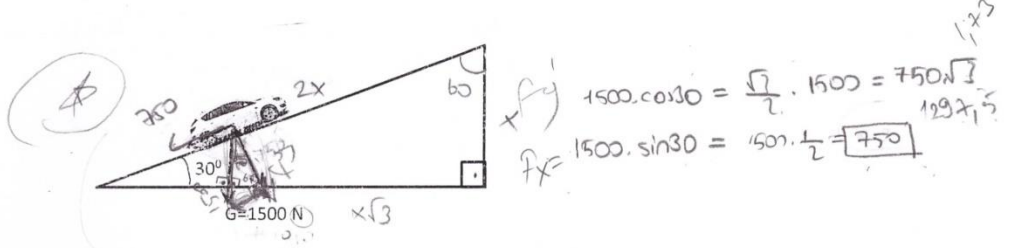
$$373,166 = 100x$$
$$61,918 = 100x$$
$$x = 619,18$$

1

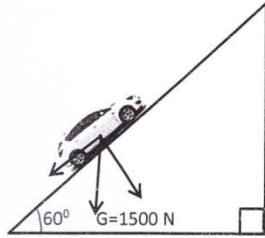
## EK 1. Çalışma Yaprağı

Görev: a. Bir binanın altına kapalı otopark yapılacaktır.  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  açılarla yapılan eğimli yolda  $1500\text{ N}$  ağırlığındaki bir otomobilin hareketi nasıl olur? Otomobilin dikey ve yatay ağırlık bileşenlerini bulunuz. Buna göre otomobilin en güvenli hareketi için en uygun yol eğimine karar veriniz.

b. Bu garaj yolunu bilgisayar ortamında görselleştiriniz. Algodoo programını kullanarak eğik düzlemin açlarına göre cismin hareketlerini gösteren bir simülasyon hazırlayınız.



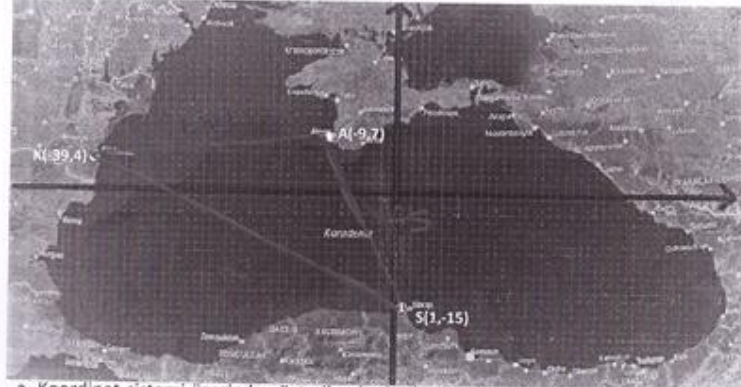
$f_y = 1500 \cdot \cos 45 = 1500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 750\sqrt{2}$   
 $f_x = 1500 \cdot \sin 45 = 1500 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 750\sqrt{2}$   
 $= 1.057,5$



$f_y = 1500 \cdot \cos 60 = 1500 \cdot \frac{1}{2} = 750$   
 $f_x = 1500 \cdot \sin 60 = 1500 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 750\sqrt{3}$   
 $= 1297,5\text{ N}$

→ Arabaya uygulanan kuvvet ne kadar büyük olursa araba o kadar zorlanır. 0 yünden 750 N' e kadar kuvvete karşı araba -dehaizkeley çıkacaktır. 😊

## Ek 2. Tasarım İçin Harita



a. Koordinat sistemi üzerinde gösterilen haritada Karadeniz'de Sinop (Inceburun) – Akyar - Köstence arasında sefer yapan bir geminin Sinop'tan başlayarak geri Sinop'a döndüğünde aldığı toplam yolu bulunuz (Ek 2).

b. Sinop-Akyar arasındaki uzaklığı hesaplayan bir algoritma yazın.

c. Geliştirmiş olduğunuz algoritmayı kullanarak scratch programı ile bir oyun tasarlayın.

$$|AS| = \sqrt{(1 - (-9))^2 + (-15 - 7)^2} \quad (b)$$

$$|AS| = \sqrt{100 + 484}$$

$$|AS| = \sqrt{584}$$

$$|AS| = 24,16$$

$$|AK| = \sqrt{(-39 - (-9))^2 + (4 - 7)^2}$$

$$|AK| = \sqrt{900 + 9}$$

$$|AK| = \sqrt{909}$$

$$|AK| = 30,14$$

$$24,16 + 30,14 + 44,28 = 98,58 \quad (a)$$

$$|KS| = \sqrt{(1 - (-39))^2 + (-15 - 4)^2} \quad b$$

$$|KS| = \sqrt{1600 + 361}$$

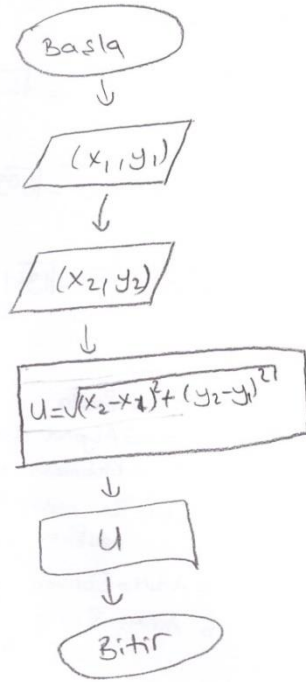
$$|KS| = \sqrt{1961}$$

b) Sinop-Akyar arası uzaklığı hesaplayan algoritma

Algoritma

1. Adım: Başla
2. Adım: Sinop'un koordinatlarını gir.  $(x_1, y_1)$
3. Adım: Akyar'ın koordinatlarını gir.  $(x_2, y_2)$
4. Adım: İki nokta arasındaki uzaklığı hesapla.  $(U = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2})$
5. Adım: Sonucu göster. (U)
6. Adım: Bitir.

Akış Diyagramı



## Ek 12. Proje Ödevlerinden Örnekler

### YAPILACAK OLAN BEKALİ KÜBESİ

\* 3x3 m ölçülerinde 20cm duvar kalınlığı, 1x1 m ölçülerinde üç pencere, 1x2 m ölçülerinde kapıdan oluşuyor. Duvarların boyanması ne kadar tutar? (1 m<sup>2</sup> 147,5 ₺)

Yapılacak olan tüm alanın hacmi =  $a^3 = 3m \times 3m \times 3m = 27m^3$   
(küpün hacmi) (3x3 m ölçülerinde)

Duvar kalınlığı = 20cm verilmiştir. m<sup>3</sup> cinsinden istendiği için miye çevrilir.

$$\frac{100 \text{ cm} \quad 1 \text{ m iye}}{20 \text{ cm} \quad ?}$$

$$? = 0,2 \text{ m} \rightarrow \text{duvar kalınlığı}$$

Bir pencerenin hacmi = 1x1 m ölçülerinde 0,2 m duvar kalınlığı old- dan (kare prizma)

$$H = a^2 \cdot b$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 0,2$$

$$= 0,2 \text{ m}^3$$

Kapının hacmi (dikdörtgen prizma): Ölçüleri 1x2 m 0,2 duvar kalınlığı olduğundan

$$H = a \cdot b \cdot c$$

$$= 1 \cdot 2 \cdot 0,2$$

$$= 0,4 \text{ m}^3$$

Boyanacak duvar hacmi = Küpün hacmi - duvar dışında kalan kare prizma hacmi - kapı ve pencerelerin hacmi

$$= 27 \text{ m}^3 - 20,28 - (3 \cdot 0,2) + 0,4$$

$$= 27 - 20,28 - 1$$

$$= 5,72 \text{ m}^3$$

$$\text{Fiyat: } 5,72 \times 147,5$$

$$= 843,7 \text{ ₺}$$

→ kare prizma = 3x3 uzunluğunda old. için soldan ve sağdan 0,2 m çıkarılır.

$$= 3 - 0,2 - 0,2 = 2,6 \rightarrow \text{bir kenarın uzunluğu}$$

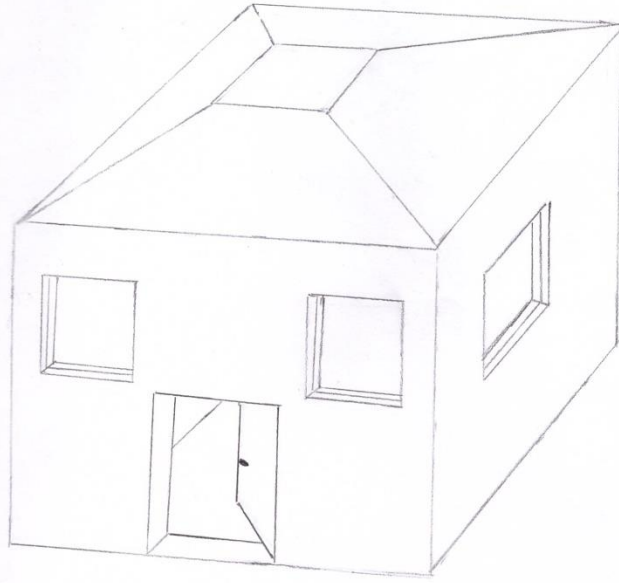
$$= 3 - 0,2 - 0,2 = 2,6 \rightarrow \text{bir kenarın uzunluğu}$$

$$= 3 \text{ metre diğer köşe uzunluğu}$$

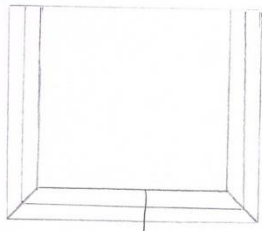
$$H = a^2 \cdot b$$

$$= (2,6)^2 \cdot 3$$

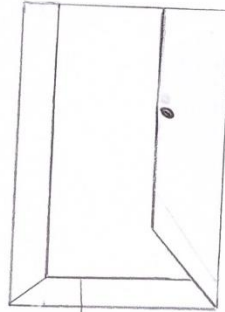
$$= 20,28 \text{ m}^3$$



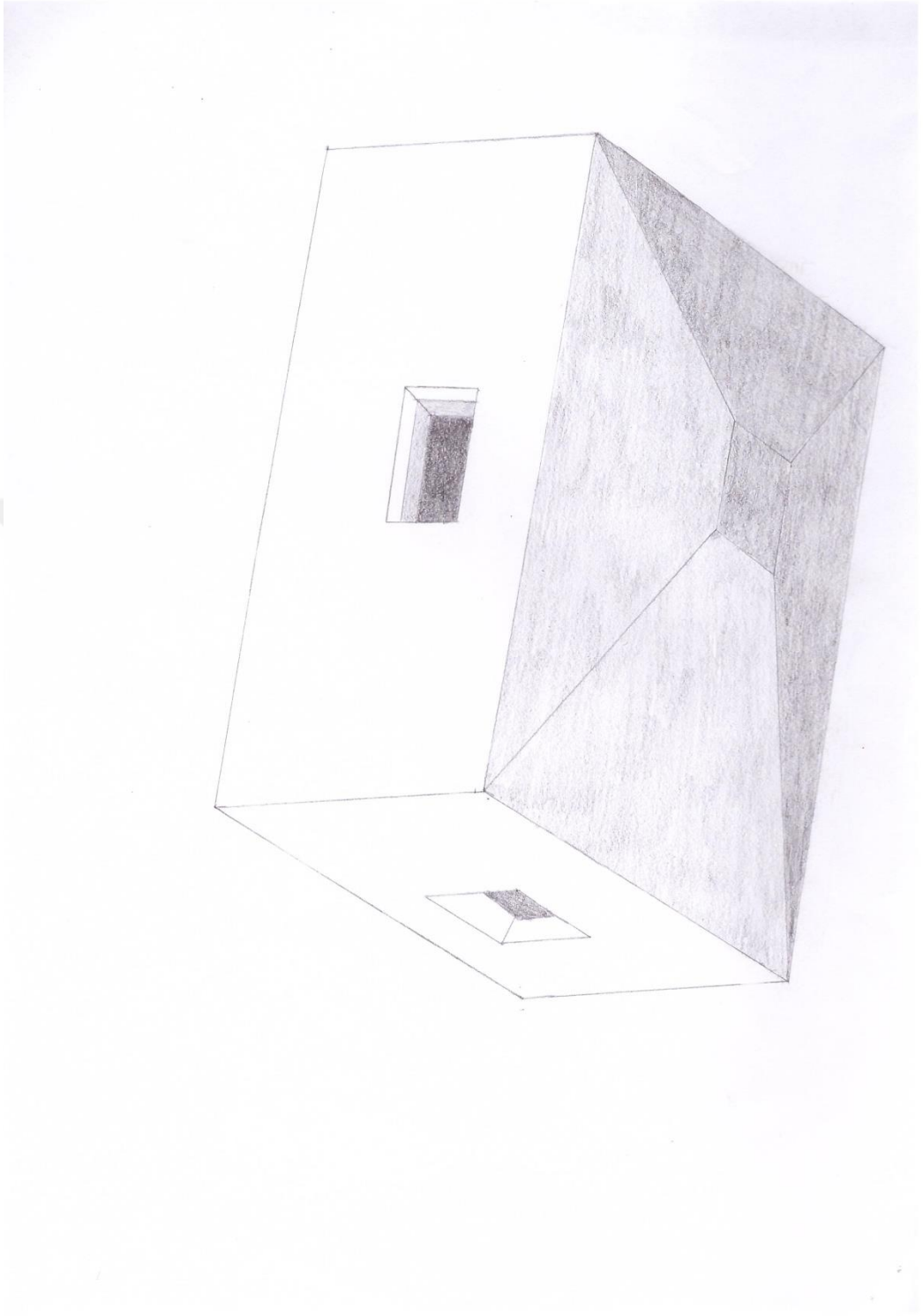
Pencere: 1x1 m ölçülerinde pencereler-



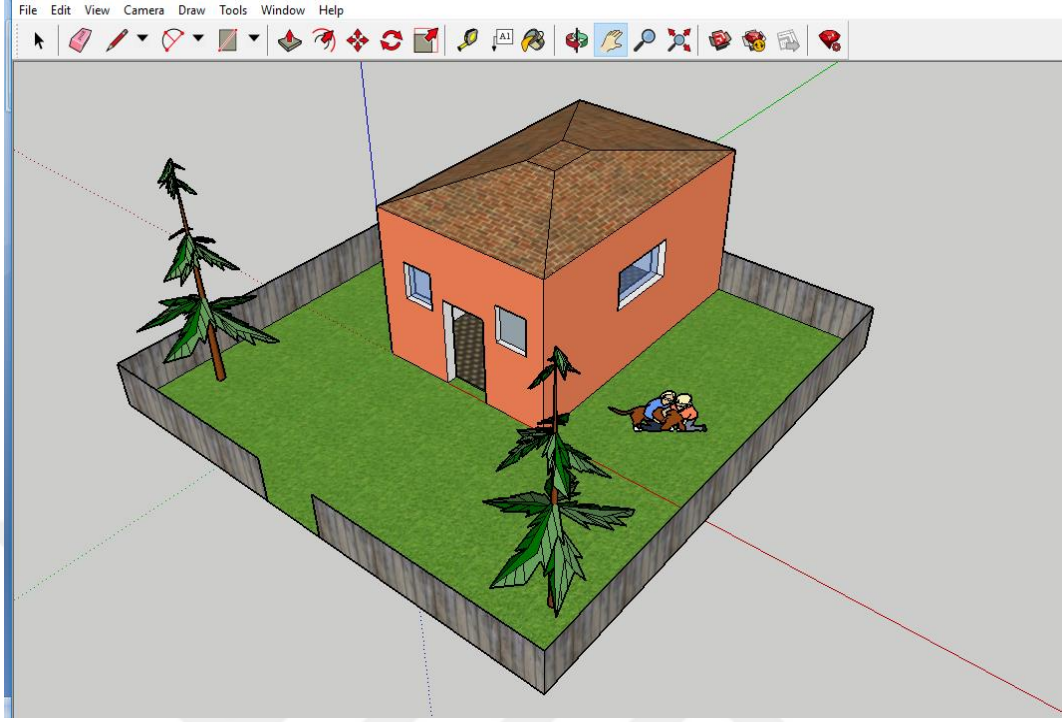
Kapı: 1 x 2 m ölçülerinde kapı.



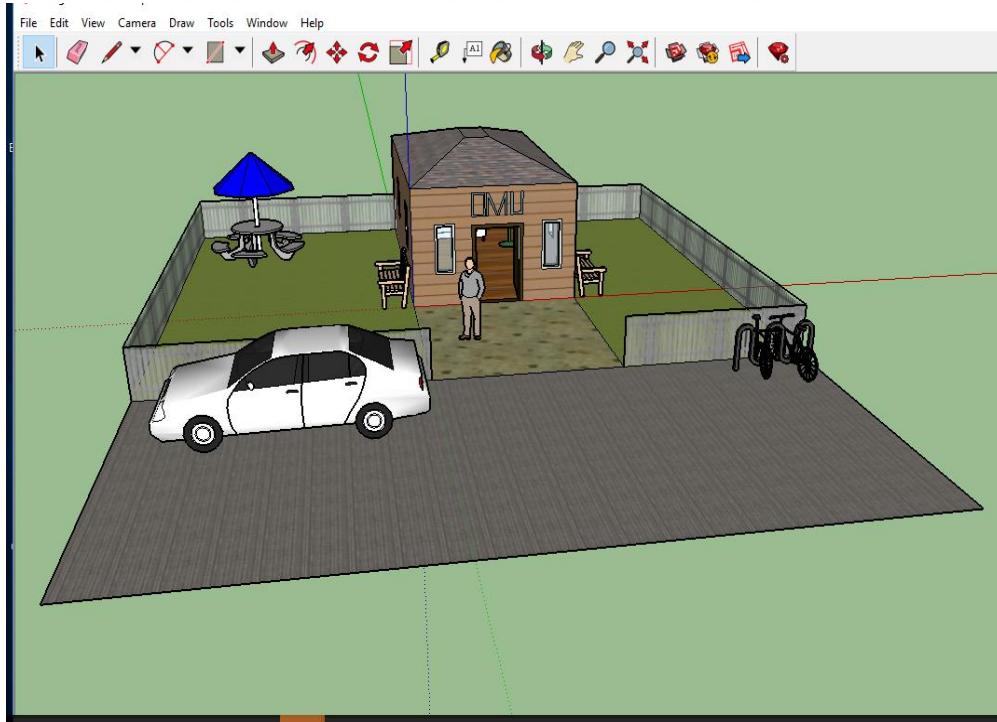
20cm (0,2 m) duvar kalınlığı



Birinci grubun bina modelleme projesi

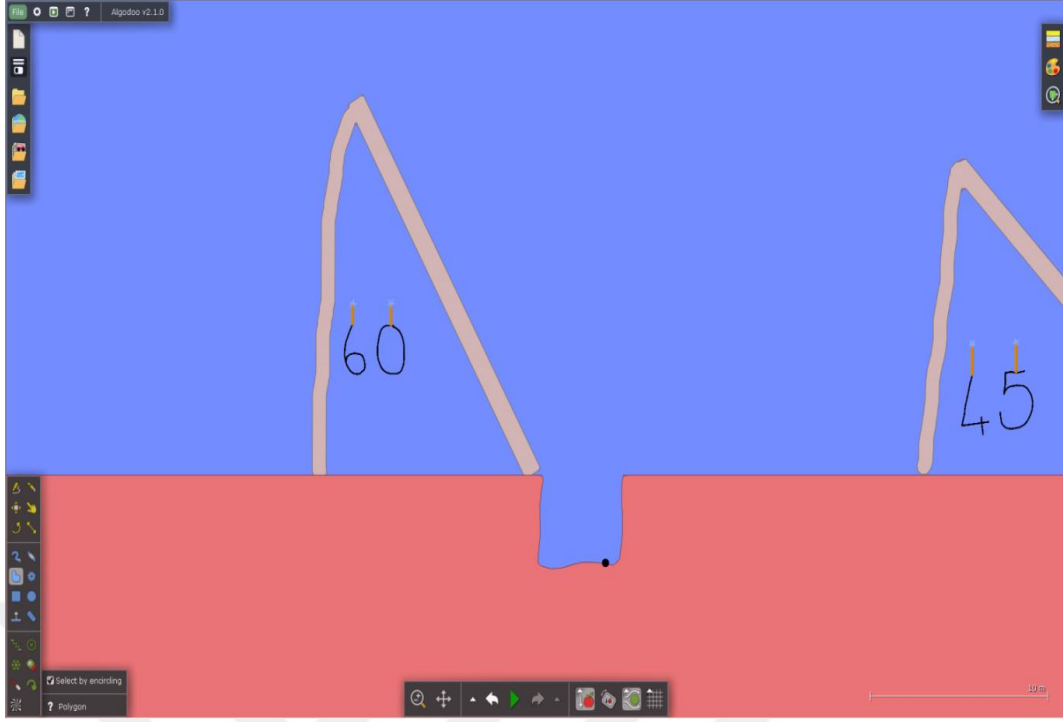


Birinci grubun bina modelleme projesi Google Sketchup çizimi

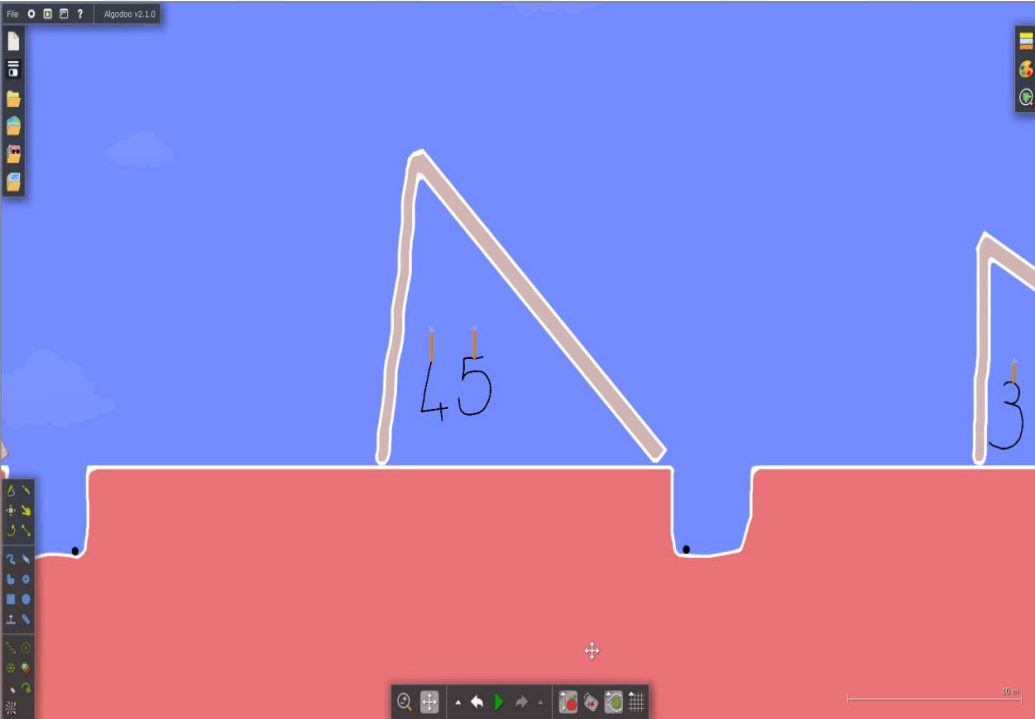


Dördüncü grubun bina modelleme projesi Google Sketchup çizimi

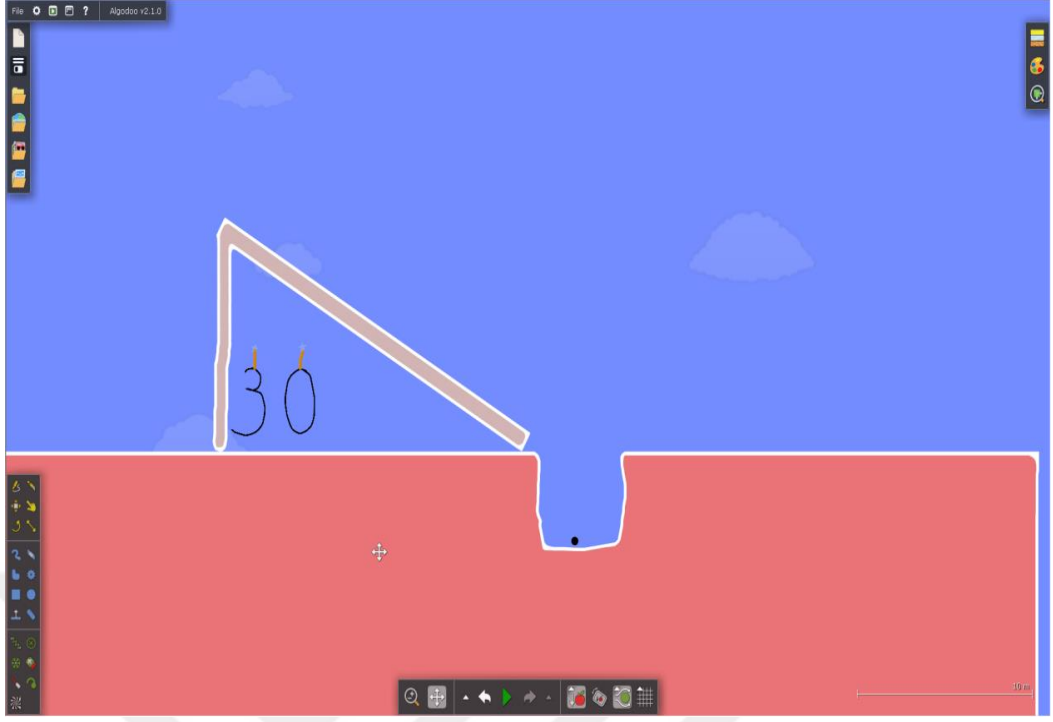




Dördüncü grubun simülasyon tasarımı projesi

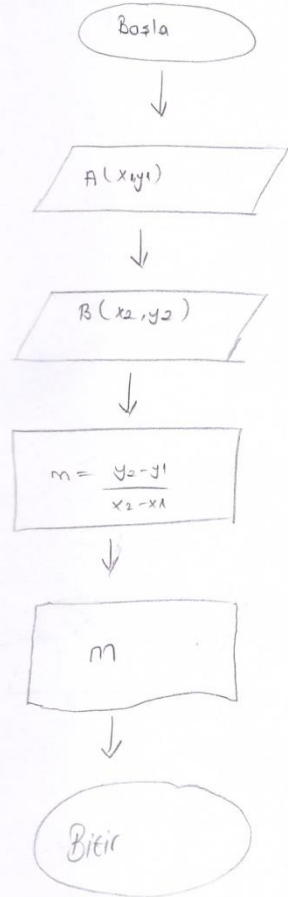


Dördüncü grubun simülasyon tasarımı projesi

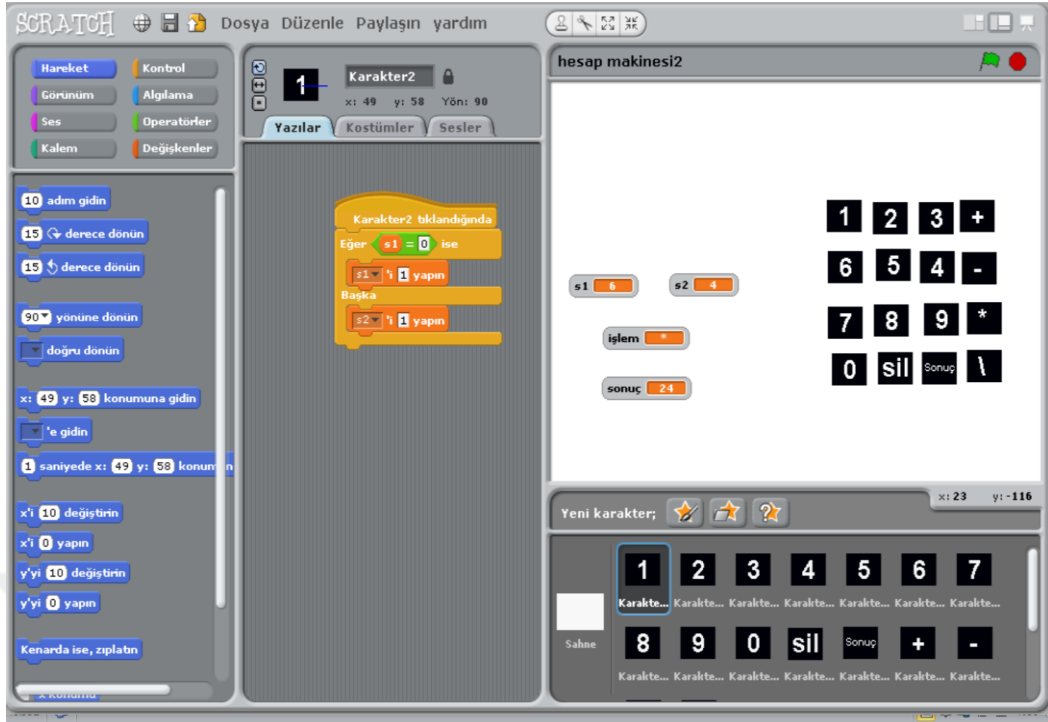


Dördüncü grubun simülasyon tasarımı projesi

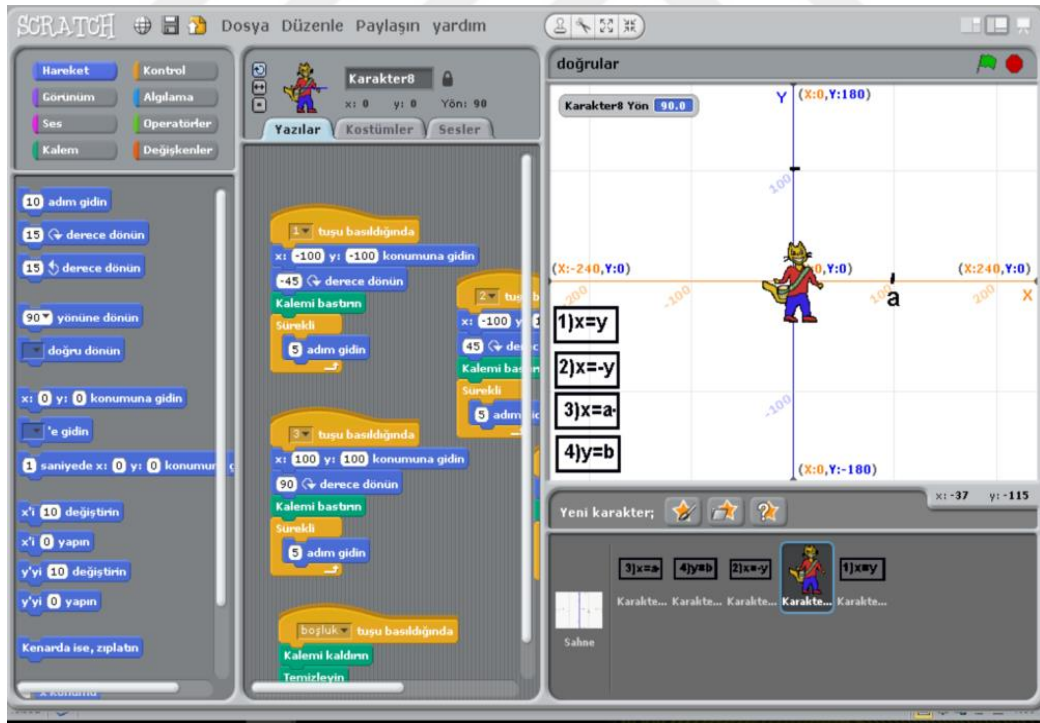
1. Adım: Başla
2. Adım: A noktasının koordinatlarını gir  $(x_1, y_1)$
3. Adım: B noktasının koordinatlarını gir  $(x_2, y_2)$
4. Adım: İki noktası bilinen doğrunun eğimini bul  $(m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1})$
5. Adım: Eğimi yaz.
6. Adım: Bitir.



Beşinci grubun oyun tasarımı için yazdığı algoritma



Beşinci grubun oyun tasarımı projesi



İkinci grubun oyun tasarımı projesi

## Ek 13. Uygulama İzni



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 98725097-100-E.117187  
Konu : Araş.Gör. Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN'in  
Uygulama İzni

14/12/2016

### TEMEL EĞİTİM BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

**İlgi** : 12/12/2016 tarihli ve 11211358-100-E.116100 sayılı yazımız.

Bölümünüzde görev yapmakta olan Araş.Gör.Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN'in doktora eğitimi çalışmalarını kapsamında Sınıf Eğitimi 1. Sınıf Temel Matematik dersinde uygulama yapma isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.  
Bilgilerinize rica ederim.

**e-İmzalıdır**

Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI  
Dekan Yardımcısı

---

Adres: Eğitim Fakültesi Dekanlığı Kurupelit/Samsun

Telefon: 0362 312 19 19 Faks: 0362 457 60 78

Elektronik Ağı: <http://www.onm.edu.tr/>

Hakan FİDANBOY

5070 Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile üretilmiştir.

Ek 14. Etik Kurul Onay Belgesi



T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
06.07.2018	6	2018 / 218

**KARAR NO:**  
**2018 - 218**

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora öğrencisi Arş. Gör. Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN'in Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI danışmanlığında "Matematik Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ürünlerine Etkileri" isimli doktora tezine ilişkin anket, mülakat, gözlem ve ses kaydı çalışmaları okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora öğrencisi Arş. Gör. Özlem ÖZÇAKIR SÜMEN'in Doç. Dr. Hamza ÇALIŞICI danışmanlığında "Matematik Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ürünlerine Etkileri" isimli doktora tezine ilişkin anket, mülakat, gözlem ve ses kaydı çalışmalarının kabulüne oy birliği ile karar verildi.

**ASLI GİBİDİR.**

## Ek 15. Araştırmacıya ait Özgeçmiş

1983 yılında Sivas'ta doğmuştur. 2006 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği bölümünden mezun olduktan sonra 2006-2011 yılları arasında Kayseri ili Felahiye ilçesi Kanuni Süleyman İlköğretim Okulunda 5 yıl sınıf öğretmenliği yapmıştır. 2011 yılında Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi bölümüne yerleştirilmiş ve aynı yıl burada araştırma görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2011-2013 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Sınıf Eğitimi bölümünde yüksek lisansını tamamladıktan sonra 2013 yılında aynı bölümde doktora eğitimine başlamıştır. Evli ve bir kızı bulunan araştırmacının ilgi alanları temel matematik eğitimi, bilgisayar destekli eğitim olarak sayılabilir.

### Yüksek Lisans Tezi:

GeoGebra Yazılımıyla Simetri Konusunun Öğretiminin Matematik Başarısına ve Kaygısına Etkisi, 2013.

### Yayın Bilgileri:

Çalışıcı, H. & Özçakır Sümen, Ö. (2018). Metaphorical perceptions of prospective teachers for STEM education. *Universal Journal of Educational Research* 6(5), 871-880.

Özçakır Sümen, Ö. & Çalışıcı, H. (2017). Examining the 21st century skills of secondary school students: A mixed method study. *Journal of Education & Social Policy (JESP)* 4(4), 92-100. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö. (2017). Sınıf öğretmeni adaylarının temel matematik eğitiminde Geogebra yazılımının kullanımına ilişkin görüşleri. *The Journal of Social Science, Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(15), 560-571. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2017). Sekizinci sınıf öğrencilerinin özdüzenleme stratejileri ve motivasyonlarının matematik başarıları üzerindeki yordayıcı etkileri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 566-573. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions about STEM education implemented in environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(2), 459-476. [SSCI]

Özçakır Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2016). The associating abilities of pre-service teachers science education program acquisitions with engineering according to STEM education. *Journal of Education and Practice*, 7, 33, 117-123. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2016). The relationships between preservice teachers' mathematical literacy self efficacy beliefs, metacognitive awareness and

problem solving skills. *Participatory Educational Research (PER) Special Issue 2016-II*, 11-19. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö., Çağlayan, K. T. ve Kartal, A. (2015). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik korkuları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)*, 30(2), 69-80. [SSCI]

Kartal, A., Çağlayan, K. T., Karakuş, C. ve Özçakır Sümen, Ö. (2015). Opinions of the primary school teacher candidates toward mind mapping. *Anthropologist*, 22(2), 203-210. [SSCI]

Özçakır Sümen, Ö. ve Kesten, A. (2014). Eğitim fakültesi öğrencilerinin öğretim elemanlarından beklentileri ve beklentilerinin karşılama düzeyine ilişkin görüşleri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 13(1), 183-199. [Uluslararası]

Özçakır Sümen, Ö. ve Çağlayan, K. T. (2013). Öğretmen adaylarının eğitim fakültesinden memnuniyet düzeyleri ve hayal ettikleri eğitim ortamı. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(2), 249-272. [Ulusal]

Doğan, M. ve Özçakır Sümen, Ö. (2013). İlkokul öğrencilerinin bilgisayar kullanımına ilişkin bir araştırma. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi, ETAD*, 4(4). [Ulusal]

Öksüz, Y., Çevik, C., Özçakır Sümen, Ö., Baba, M. ve Güven E. (2012). Öğretmenlik uygulaması yapılan okullardaki zorba davranışların incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies JASSS*, 5(1), 205-229. [Uluslararası]