

**STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI HAZIRLANAN
UYGULAMALARIN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ
AKADEMİK BAŞARILARINA VE BİLİMSEL SÜREÇ
BECERİLERİNE ETKİSİ**

EZGİ AKKUŞ ÇİFTÇİ

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı

Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

AĞRI-2021

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

Ezgi AKKUŞ ÇİFTÇİ

STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI HAZIRLANAN
UYGULAMALARIN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ AKADEMİK
BAŞARILARINA VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

AĞRI-2021

09/08/2021

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “STEM Eğitimi Yaklaşımına Dayalı Hazırlanan Uygulamaların Sınıf Öğretmeni Adaylarının Akademik Başarılarına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi” adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

☒

Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐

Tezim sadece Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

☐

Tezimin yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Ezgi AKKUŞ ÇİFTÇİ

09/08/2021

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI HAZIRLANAN UYGULAMALARIN SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARINA VE BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİNE ETKİSİ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

Jüri: Prof. Dr. İbrahim ÜNAL

Jüri: Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

Jüri: Doç. Dr. Süleyman AYDIN

Bu araştırmanın amacı, Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde, STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak hazırlanan uygulamaların, öğretmen adaylarının akademik başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına, bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemek ve STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemektir. Araştırmanın örneklemini, 2018-2019 eğitim-öğretim bahar döneminde Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Bölümü ikinci sınıfın birinci ve ikinci grubunda öğrenim gören toplam 63 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bu grupların birinci grubu ile STEM eğitimi yaklaşımına uygun ders işlenirken (n=30), ikinci grubu ile tümdengelim laboratuvar yaklaşımına (n=33) göre rastgele belirlenerek işlenmiştir. Bu araştırma, nicel araştırma yaklaşımlarından olan ön test-son test deney gruplu yarı deneysel desen modelindedir. Araştırmada, akademik başarı testi ve bilimsel süreç beceri testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Verilerin nicel analizi için SPSS, nitel analizi için ise betimsel analiz kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre STEM eğitimi yaklaşımının tümdengelim laboratuvar yaklaşımına göre akademik başarıyı ve bilimsel süreç becerileri artırdığı görülmektedir. Ayrıca deney grubunda yer alan öğretmen adayları ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede ise öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili olumlu görüş bildirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

2021, 252 Sayfa

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi Yaklaşımı, Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri, Tümdengelim Laboratuvar Yaklaşımı, STEM Modülleri

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

PREPARED APPLICATIONS BASED ON THE STEM EDUCATION APPROACH ON THE ACADEMIC AND SCIENTIFIC PROCESS SKILLS OF THE CLASSROOM TEACHER CANDIDATES

Advisor: Assoc. Prof. Nilüfer OKUR AKÇAY

Jury: Prof. Dr. İbrahim ÜNAL

Jury: Assoc. Prof. Nilüfer OKUR AKÇAY

Jury: Assoc. Prof. Süleyman AYDIN

The aim of this research is to determine the effects of the applications prepared in accordance with the STEM education approach in Science and Technology Laboratory Applications-II course on the academic success of the pre-service teachers, the permanence of their knowledge, and their scientific process skills and to determine the opinions of the pre-service teachers about the STEM education approach. The sample of the research consists of 63 teacher candidates studying in the first and second groups of the second year of Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Education, Department of Class Education in the 2018-2019 academic spring term. While the first group of these groups was taught according to the STEM education approach (n=30), the second group was randomly determined according to the deductive laboratory approach (n=33). This research is in the quasi-experimental design model with pretest-posttest experimental group, which is one of the quantitative research approaches. In the research, academic achievement test and scientific process skill test and semi-structured interview form were used. SPSS was used for the quantitative analysis of the data, and descriptive analysis was used for the qualitative analysis. According to the research findings, it is seen that the STEM education approach increases academic achievement and scientific process skills compared to the deductive laboratory approach. In addition, in the semi-structured interview with the pre-service teachers in the experimental group, it was concluded that the pre-service teachers expressed a positive opinion about the STEM education approach.

2021, 252 pages

Keywords: STEM Education Approach, Academic Success, Scientific Process Skills, Deductive Laboratory Approach, STEM Modules

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca, benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen tüm zorluklara rağmen her zaman yanımda ve engin fikirleri ile yol gösteren çalışmalarım süresince zamanının büyük bir kısmını ayıran çalışmalarımın tamamlanabilmesi için her türlü şartı sağlayan üzerimde var olan emeklerinin kelimelerle karşılığı olmayan çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım esnasında bana yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat Akarsu'ya ve sorularımı yanıtsız bırakmayan yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Süleyman AYDIN' a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Eğitimimin tüm süreçlerinde her türlü destekleriyle beni hiç yalnız bırakmayan değerli babam Faruk Akkuş'a sevgili annem Hülya Akkuş'a teşekkürlerimi sunarım. Canım abim Aykut ve kardeşlerim Ebru, Yusuf ve Elanur'a yanımda olduklarından ötürü teşekkür ederim. Düşüncelerinde ilham aldığım eğitim hayatım boyunca yol gösteren değerli dedem Abdülbaki Yıldırım'a da teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarında yardımcı olan sabreden ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, yanımda olan sevgili eşim Melik Çiftçi'ye de teşekkürlerimi sunarım.

09/08/2021

Ezgi AKKUŞ ÇİFTÇİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLOLAR ve ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1.Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi.....	3
1.4. Araştırmanın Problemi.....	5
1.5. Varsayımlar (Sayıtlar).....	6
1.6. Sınırlılıklar.....	6
2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR	7
2.1. STEM Nedir?.....	7
2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı.....	8
2.3. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS).....	10
2.3.1. Tanımlama.....	14
2.3.2. Öğrenme.....	14
2.3.3. Planlama-Deneme.....	15
2.3.4. Test Etme-Karar Verme.....	15
2.4. STEM Eğitiminde Alanların Entegrasyonu.....	16
2.4.1. STEM Eğitiminde Fen Bilimleri Entegrasyonu.....	16
2.4.2. STEM Eğitiminde Matematik Entegrasyonu.....	17
2.4.3. STEM Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu.....	17
2.4.4. STEM Eğitiminde Mühendislik Entegrasyonu.....	18
2.5. İlkokulda STEM Eğitimi.....	19
2.6. Tümdengelim Laboratuvar Yaklaşımı.....	20
2.7. Bilimsel Süreç Becerileri.....	21
2.8. 21. Yüzyıl Becerileri.....	24
2.9. İlgili Literatür.....	29
2.9.1.Yurt içi Literatür.....	29
2.9.2. Yurt dışı Literatür.....	49
3. YÖNTEM	59

3.1. Araştırmanın Modeli.....	59
3.2. Araştırmanın Örneklemi.....	59
3.3. Veri Toplama Araçları.....	59
3.3.1. Akademik Başarı Testi.....	60
3.3.2. Bilimsel Süreç Beceri Testi.....	61
3.3.3. Görüşme Formu.....	63
3.4. Uygulama Süreci.....	63
3.4.1. Konu Seçimi.....	64
3.4.2. Modüllerin ve Deneylerin Oluşturulma Süreci.....	64
3.4.2.1. Modüllerin Oluşturulma Süreci.....	64
3.4.2.2. Deneylerin Oluşturulma Süreci.....	66
3.4.3. Deney Grubunda Uygulama Süreci.....	66
3.4.4. Kontrol Grubunda Uygulama Süreci.....	70
3.5. Verilerin Analizi.....	72
4. BULGULAR VE YORUM.....	74
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	74
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	75
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	75
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	76
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	77
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	77
4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	78
4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	79
4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	79
4.10. Onuncu Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	80
4.11. On birinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	81
4.12. On ikinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular.....	81
5. TARTIŞMA SONUÇ ve ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR.....	113
EKLER.....	134
EK 1 Dekanlık İzni.....	134
EK 2 Bilimsel Süreç Beceri Testi Kullanımına Yönelik İzin Belgesi.....	135
EK 3 Akademik Başarı Testi (ABT).....	136
EK 4 Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT).....	143
EK 5 Deney Grubunda Uygulama Öncesi Hazırlık Planı.....	149

EK 6 Modüller.....	151
EK 7 Deney Grubunun Grupça Tasarımları	203
EK 8 Deney Grubunun Grupça Posterleri.....	240



TABLolar VE ŞEKİLLER DİZİNİ

Tablo 2.1. Farklı Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları.....	12
Tablo 2.2. Bilimsel Süreç Becerileri Sınıflandırmaları.....	22
Tablo 2.3. 21.yüzyıl Becerileri Sınıflandırmaları.....	26
Tablo 3.1. ABT’de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik indeksi Değerleri.....	60
Tablo 3.2. BSBT’de Yer Alan Soruların Becerilere Göre Dağılımı.....	61
Tablo 3.3. BSBT’de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri.....	62
Tablo 3.4. Disiplin Alanlarına Yönelik Kazanımlar.....	65
Tablo 4.1. Grupların ABT Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları.....	74
Tablo 4.2. Grupların ABT Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları.....	75
Tablo 4.3. Deney Grubunun ABT Ön-Son Testine Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 4.4. Kontrol Grubunun ABT Testlerine Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....	76
Tablo 4.5. Grupların BSBT Puanlarına Yönelik Mann-Whitney U Testi Analiz Sonuçları.....	77
Tablo 4.6. Grupların BSBT Son Test Puanlarına Yönelik Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları	77
Tablo 4.7. Deney Grubunun BSBT Testlerine Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....	78
Tablo 4.8. Kontrol Grubunun BSBT Testlerine Yönelik Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Analiz Sonuçları.....	79
Tablo 4.9. Deney Grubu ABT Puanlarına Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....	80
Tablo 4.10. Kontrol Grubu ABT Puanlarına Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....	80
Tablo 4.11. Grupların ABT Kalıcılık Testi Puanlarına Yönelik Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları	81
Tablo 4.12. “Sizce STEM ne demektir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası görüşleri.....	82
Tablo 4.13. Sizce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin STEM’deki rolü nedir?.....	84
Tablo 4.14. “Sizce kaliteli bir STEM eğitimi için neler gereklidir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri.....	87
Tablo 4.15. “Sizce STEM eğitiminin avantajları nelerdir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri.....	88
Şekil 2.1 STEM ve ilgili alanları.....	7
Şekil 2.2. Mühendislik Tasarım Süreci.....	13
Şekil 3.1. Senaryo okunduktan sonra cevaplanan sorular.....	67
Şekil 3.2. Senaryoya ait kriter ve kısıtlamaların belirlenmesi.....	67

Şekil 3.3. Ön çizim (solda) ve denemeler sonrası çizim (sağda) örneği.....	68
Şekil 3.4. Öğrenme alanında yer alan bir soru örneği.....	68
Şekil 3.5. Bireysel tasarım çizimine ait bir örnek.....	69
Şekil 3.6. Grupça tasarım çizimine ait bir örnek.....	69
Şekil 3.7. Kullanılan malzemeler ve tasarıma etkisine yönelik bir örnek.....	69
Şekil 3.8. Kriter ve kısıtlamaları destekleyen verilere yönelik bir örnek.....	70
Şekil 3.9. Deney raporuna ait bir sayfa örneği.....	72



SİMGELER VE KISALTMALAR

STEM	: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik)
FeTeMM	: Fen Teknoloji Mühendislik Matematik
AASS	: American Association for the Advancement of Science
ATC21S	: Assessment and Teaching of 21 st Century Skills
ABT	: Akademik Başarı Testi
BSBT	: Bilimsel Süreç Beceri Testi
DG	: Deney Grubu
KG	: Kontrol Grubu
KR-20	: Kuder ve Richardson Güvenilirlik Katsayısı
MTS	: Mühendislik Tasarım Süreci
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NAE	: National Academy of Engineering
NGSS	: Next Generation Science Standart
NRC	: National Research Council
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü
PISA	: Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı
P21	: Partnership for 21st Century Learning
TDK	: Türk Dil Kurumu
TIMSS	: Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği

1. GİRİŞ

Bu bölümde; problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, varsayımlar (sayıltılar), sınırlılıklar ve tanımlar yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Değişen hayat şartları ile birlikte birçok alanda değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Dünyada yaşanan küreselleşme ile birlikte toplumsal, ekonomik, politik vb. alanlarda çeşitli değişim ve gelişmeler meydana gelmektedir (Gökbayrak ve Karışan, 2017). Bu gelişim ve değişim bilim ve teknolojiye de yaşanmaktadır. Bilim ve teknolojiye yaşanan bu gelişimler, bireylerin ve toplumların ihtiyaçlarındaki değişiklikler ile öğrenme yöntemlerinde meydana gelen değişiklikleri ve bireylerden beklenen beklentileri de değiştirmiştir (Yücel, 2019). Bu beklentilerden biri, bireyin bilgiyi öğrenme yollarında değişiklikler yapması gerektiğidir. Bu değişiklik bireyin hazır bilgileri kullanma dışında farklı yollar kullanmasıdır. Bireyin hazır bilgiyi kullanmasından farklı olarak var olan bir problemi çözme sürecinde rol alması, bilimsel araştırmanın basamaklarını kullanarak bir sonuca varması bireyi normal öğrenimden uzaklaştırmaktadır (Hiçde ve Aktamış, 2017). Bu uzaklaşma aslında bireyin düşünmesini sağlamakla birlikte çağın beklentilerine de cevap vermektedir. Ülkelerin küresel olarak rekabet edebilmeleri için bireylerin sahip olması gereken özelliklerin olması gerekmektedir. 21. yüzyılda ülkelerin küresel olarak rekabet edebilmesi, araştıran, sorgulayan, problem çözme becerisine sahip, merak eden, yaratıcı, analitik düşünebilen, öğrendiklerini hayatına aktarabilen, inovasyon yapabilen ve üretken bireylere sahip olmasına bağlıdır (Uştu, 2019). Bireylerde bu özelliklerin gelişmesi için de kullanılan eğitim yaklaşımının çağa uygun olması gerekmektedir. Bilindiği üzere 21. yüzyıl ile birlikte tüm dünya ülkelerinin dikkatlerini çeken yeni eğitim yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Bu eğitim yaklaşımlarından biri de STEM eğitimi yaklaşımıdır.

STEM İngilizce kelimelerinin baş harflerinin kısaltmalarından oluşmaktadır. STEM; Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmalarından oluşmaktadır. STEM eğitim yaklaşımı dört farklı alanın entegrasyonundan

oluşmaktadır. Bu dört farklı alanında entegrasyondaki görevleri mevcuttur. Fen ve matematik alanlarındaki teorik bilgilerin uygulamaya dönüştüğü mühendislik ve teknoloji alanları, bireylerin sorunlarına farklı çözüm yolları sunmaktadır (Yamak vd., 2014). Bu sebeple STEM eğitime dayalı hazırlanan uygulamalar, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bireylere farklı çözüm yolları sunarak bireylerin problem çözmesine yardımcı olmaktadır. Bilindiği üzere aktif ve işbirlikli öğrenme yönteminin kazanımların sağlanması açısından daha etkili olması, STEM etkinliklerinin öğrencilerin işbirlikli çalışmasından dolayı aktif katılım sağlanmasıyla özgün ürünler ortaya koymalarından dolayı önemi daha da artmıştır (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018). Honey ve arkadaşlarına (2014) göre STEM eğitim yaklaşımını öğrencilerine öğreten öğretmenler, öğrencilerine STEM eğitime yönelik olumlu öğrenme ve yönlendirme sağlamaları açısından önemli bir rol oynamaktadır (Akt. Atalay, 2020).

STEM eğitiminin daha nitelikli olabilmesi için öğretmenlerin bu alanlarda yetiştirilmesi ve öğretmenlerin gerekli yeterliğe sahip olması sağlanmalıdır (Wang, 2012). Bu sebeple STEM eğitimi yapabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi önem kazanmaktadır (Hacıömeroğlu, 2018). Bu öğretmenlik alanlarından biri de sınıf öğretmenliğidir. Sınıf eğitimi ilkökul öğrenimini kapsar. İlkokul temel bir bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir kademe olduğundan bu kademedeki kazandırılan bilgi ve beceriler bir üst öğrenme için gerekli olan bilgileri içermektedir (Yurdakul, 2019). Bu dönemde STEM eğitimi de önemli bir yere sahiptir. Conderman ve Woods (2008) ile DeJarnette (2012) tarafından yapılan açıklamalar ortaokul kademesinde yapılmış olmasına rağmen öğrencilerin STEM'e yönelik ilgilerinin gelişebilmesi için ilkökul kademesinin kritik bir dönem olduğu belirtilmiştir (Akt. Zengin ve Uğraş, 2019). Öğrencilerin akademik yaşamlarında daha başarılı olabilmeleri nitelikli öğretmenlerin varlığına bağlıdır. STEM eğitimi konusunda öğretmenlerin lisans öğrenimi boyunca öğrenmelerinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Nitekim, öğretmenler etkili STEM eğitimi verebilmek için gerekli olan öğretmenlik bilgisinden yoksundurlar (Çorlu, 2014). Bu doğrultuda, ilkökul öğretmeni olacak olan sınıf öğretmeni adayları ile çalışma ihtiyacı doğmuştur.

Sınıf eğitimi bölümünde verilen derslerden biri de Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersidir. İlkokulda daha önceki öğretim programında fen ve teknoloji olan ders, 2013 fen bilimleri dersi öğretim programıyla fen bilimleri dersi olarak değiştirilmiştir. Fen bilimleri; doğa olayları ve varlıkları, sistematik olarak inceleme, bilginin doğasını düşünme, var olan bilgi birikimini anlama ve yeni bilgi üretme sürecini ifade etmektedir (Kahveci, 2020). Fen bilimlerinde yapılan uygulamalardan biri de laboratuvar uygulamalarıdır. Laboratuvar, deneylerle ilgili araştırmaların yapıldığı yerlere denilmektedir. Fen eğitimindeki laboratuvar çalışmalarının önemli bir yeri vardır (Tekin, 2008b). Yapılan laboratuvar çalışmaları öğrencileri sorgulamaya, araştırmaya ve bilgileri yapılandırmalarına olanak sağlamaktadır (Bal, 2012). Laboratuvar yaklaşımında farklı beceriler öğrencilere kazandırılmaktadır. Bu beceriler, bilimsel süreç becerileridir. Bilimsel süreç becerileri, yapılan deneylerin konuyla ilişkilendirilmesinde, kavramların beyinde daha kolay yapılandırıldığı ve olaylar arasında sebep sonuç ilişkisi kurma ile bir durumun açıklanmasında bireylere yardımcı olabilmektedir (Karslı-Baydere ve Şahin-Çakır, 2019).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak hazırlanan uygulamaların, öğretmen adaylarının akademik başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına, bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemek ve STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerini belirlemektir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Bilim ve teknolojiye meydana gelen değişiklikler eğitim programlarında da değişikliği gerekli kılmıştır. Bu bağlamda ülkemizde de öğretim programlarında gerekli değişiklikler yapılmış ve 2018 yılında yapılan son değişiklikle programda STEM eğitime vurgu yapılmıştır. Ancak STEM eğitiminin okullarda nasıl kullanılacağı karmaşık bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (English, 2017). Ayrıca, STEM eğitimi yaklaşımı uygulanırken maliyetlerin karşılanması önemli bir durum olmakla birlikte ülkemizde özellikle devlet okullarında ayrılan ödeneklerin de STEM eğitimi yaklaşımı ile sürece nasıl dahil edilebileceği önemli bir durum olarak

karşımıza çıkmaktadır (Elmas ve Gül, 2020). Bunun yanı sıra yaşanabilecek karmaşıklıkların bir diğeri de eğitimin uygulayıcıları olan öğretmenlerin yeni bir eğitim yaklaşımı olan STEM eğitimi yaklaşımını sınıflarında uygulama ile ilgili sorunlar yaşaması olarak düşünülebilir. Bu sebeple öğretmenlere gerek hizmet içi eğitim verilmeli gerekse de üniversite programlarında STEM eğitimi yaklaşımına yer verilmelidir. Bilindiği üzere eğitimin her kademesinin bireyin gelişimine katkıları vardır. Bu kademelerde önemli olan bireyin ihtiyaçlarına cevap verebilmek ve onlara en uygun eğitimi sunmaktır. Bu kademelerden biri de temel eğitim olan ilkokuldur. Öğrenilenlerin bir sonraki kademeyi etkilediği bilindiğine göre ilkokulda yapılan uygulamalara önem verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, temel bir eğitim olan sınıf eğitimi anabilim dalında öğrenim gören öğretmen adaylarının iyi yetiştirilebilmeleri için üniversite eğitimleri önemli bir yere sahiptir. STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalarda öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine katkı sağladığı, STEM eğitime karşı olumlu duygular geliştirdiği, STEM'e yönelik tutum ve motivasyonu artırdığı, STEM eğitiminin bilgi birikimini artırdığı sonucu ortaya çıkmıştır (Akın, 2019; Alan, 2020; Duygu, 2018; Kavak, 2020; Pekbay, 2017; Şahin, 2019; Şen, 2018).

Literatürde sınıf öğretmeni adaylarının örneklem olduğu STEM çalışmaları mevcuttur. Bu çalışmalarda özellikle ölçek geliştirme, STEM'e yönelik öğretmen adaylarının görüşlerini alma ve STEM'e yönelik tutumlarını belirleme üzerinde durulmuştur (Aktaş, 2019; Altaş, 2018; Anagün vd., 2020; Hacıömeroğlu ve Bulut, 2016; Kırılmazkaya, 2017; Mert, 2019; Özçakır- Sümen, 2018; Şahiner, 2020; Yıldırım ve Türk, 2018). Yapılan çalışmalardan bir diğeri de sınıf öğretmeni adayları ile mühendislik tasarım temelli STEM çalışmalarıdır (Altaş, 2018; Şahiner, 2020). Literatürde sınıf öğretmeni adayları ile "Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları II" dersinde gerçekleşmiş çalışmada mevcuttur (Durmuş, 2019). Ancak yapılan bu çalışmada, 5E modeline göre "Doğaç Yapma Süreç Döngüsü" kullanılması, farklı modüllerin geliştirilmiş olması ve modüllerde STEM alanlarından yalnızca fen ve mühendislik bağlantıları verilmiş olması bu iki çalışmayı birbirinden ayırmakta ve çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu sebeple yapılan bu çalışmanın literatüre katkı sağlanacağı düşünülmesi bu çalışmanın önemini artırmaktadır. Ayrıca

araştırmanın, bu çalışmadan sonra yapılacak mühendislik tasarım temelli STEM çalışmalarında, araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir.

1.3. Araştırmanın Problemi

Araştırmanın problem cümlesini “STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak hazırlanan uygulamaların, sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına, akademik başarı testindeki bilgilerinin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır.

Araştırmanın problemine bağlı olarak araştırılmak istenen alt problemler aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

1. Deney ve Kontrol gruplarının Akademik Başarı Testi (ABT) ön testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Deney ve Kontrol gruplarının ABT son testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Deney grubunun ABT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Deney grubunun ABT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Deney ve Kontrol gruplarının Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSBT) ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
6. Deney ve Kontrol gruplarının BSBT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Deney grubunun BSBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Kontrol grubunun BSBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
9. Deney grubu ABT son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
10. Kontrol grubu ABT son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
11. Deney ve Kontrol gruplarının kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

12. Deney grubu öğrencilerinin STEM'e yönelik görüşleri nelerdir?

1.4. Varsayımlar

1. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının başarı testini ve bilimsel süreç beceri testini samimi bir şekilde cevapladığı varsayılmıştır.

2. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının hazırbulunuşluklarının aynı olduğu varsayılmıştır.

3. Uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede öğretmen adaylarının içtenlikle cevap vermiş oldukları varsayılmıştır.

4. Araştırmacının her iki gruba da yansız olarak davrandığı varsayılmıştır.

5. Araştırmada kullanılan başarı testinin geliştirilmiş olan STEM modülleri kazanımlarını kapsadığı varsayılmıştır.

1.5. Sınırlılıklar

1. Bu araştırma, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 2. sınıfta öğrenim gören 63 öğretmen adayı ile sınırlıdır.

2. Araştırmanın uygulama süreci 14 hafta ile sınırlıdır.

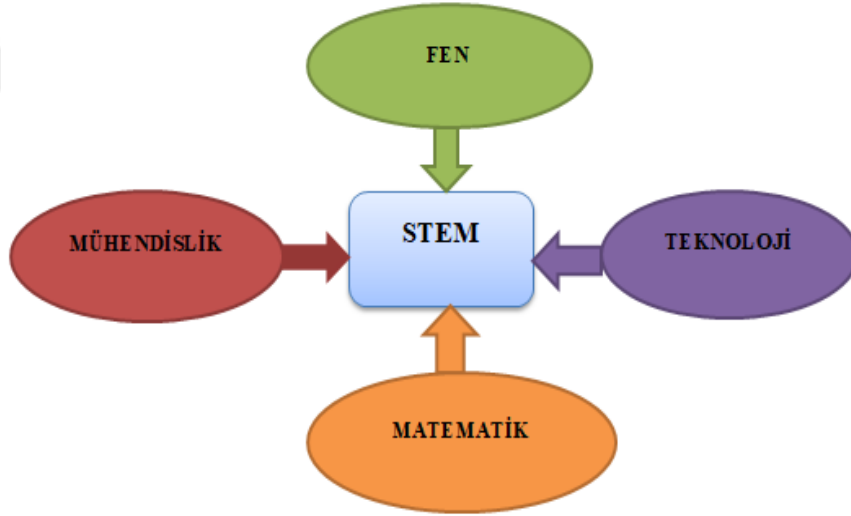
3. Araştırma STEM eğitimi yaklaşımı ve tümdengelim laboratuvar yaklaşımı ile sınırlıdır.

4. Araştırma, akademik başarı testi, bilimsel süreç beceri testi ve yarı yapılandırılmış mülakat soruları ile sınırlıdır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ LİTERATÜR

2.1. STEM Nedir?

STEM; Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik) kelimelerinin baş harflerinin kısaltmalarından oluşmaktadır. İlk olarak 2001 yılında The National Science Foundation yöneticisi Judith A. Ramaley tarafından bir eğitim terimi ya da kavramı olarak türetilen STEM, bu tarihten itibaren hızlı bir şekilde yayılmıştır (Yıldırım ve Altun, 2015). Bu yayılım ile birlikte araştırmacılar ve uzmanlar tarafından STEM'in ne olduğu uygulanması ve bununla ilgili birçok araştırma ve çalışmalar yapılmıştır (Akgündüz vd., 2015; TÜBİTAK, 2015; TÜSİAD, 2017). STEM 21. yüzyıl standartlarını karşılamak adına bireyi bilişsel olarak geliştirmenin yanı sıra duyuşsal ve psikomotor olarak da geliştiren onları hayata hazırlayan dört farklı disiplinin entegrasyonunu ifade eden bir sistem bütünü olarak düşünülebilir. Bu sistem ve entegre edilen alanlara Şekil 2.1'de yer verilmektedir.



Şekil 2.1. STEM ve ilgili alanları

STEM ile ilgili literatürde farklı tanımlamalar yapılmıştır. Örneğin, STEM'i; Morrison (2006) fen bilgisi, mühendislik, teknoloji ve matematik alanları arasında bilgilerin ve çalışmaların bütününe dayalı meta disiplin; Bybee (2010), fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanları arasında ilişki kurma ile entegrasyonu

sağlayan bir öğretim sistemi; Sanders (2012), fen ve matematik kavramlarını, teknoloji ve mühendislik kavramları ile bütünleştiren teknoloji ve mühendislik tasarım temelli öğrenme; Stohlmann vd. (2012), fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini gerçek hayat problemleri ve konuları arasındaki bağlantılara dayalı olarak sınıfta birleştirme; Moore vd. (2014), teknolojik gelişmeleri matematik ve fen alanlarının teorik yapısını bir araya getirerek yenilikler ortaya koyma, ürünler geliştirme ve günlük hayat ile ilgili iyileştirmeler yapma; National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi) (2014), günlük hayatta yaşanan problemleri çözmek için fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin birbirlerinin bilgi ve çalışmalarını bütünleştiremeye dayalı meta disiplin olarak tanımlamaktadırlar.

2.2. STEM Eğitimi Yaklaşımı

Kökeni 1990'lı yıllara dayanan STEM eğitimi yaklaşımı 21. yüzyıl bireylerini yetiştirmek üzere atılan önemli bir adım olarak kabul edilebilir (Sanders, 2009). Mühendisliğin fen, teknoloji ve matematik eğitimi sonrası edinilen teorik bilgilere uygulama ortamı sağlayacağı düşüncesinden dolayı farklı ülkelerde mühendislik eğitiminin önemli ve okullarda işlenmesinin uygun görülmesi ile birlikte STEM eğitimi popüler hale gelmeye başlanmıştır (Akgündüz vd., 2015). Bu eğitimin çağa uygun bireylerde hedeflenen birtakım özellikleri yer almaktadır. Bu özellikler; STEM temelli problem çözme becerilerini geliştirmeyi, bireylerin yeni bir bilgiyi öğrenme konusunda kendilerini geliştirmesini, teknoloji okuryazarlığını, fen ve matematik disiplinlerini geliştirmeyi, mühendislik anlayışı ve kariyer bilincine ilgiyi arttırmayı hedeflemektedir (Gülhan ve Şahin, 2016). Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi'ne (National Research Council of America) (2011) göre STEM eğitimi yaklaşımında üç temel amaç vardır. Bu amaçlar; STEM katılımını genişletmek, eğitim hayatlarında STEM alanlarında devam edecek olan öğrenci sayısını artırmak ve STEM okuryazarlığına sahip bireyler yetiştirmektir. STEM eğitimi için gerekenleri Moore vd. (2014);

- Motive edici ve ilgi çekici bir problem,
- Bir mühendislik tasarımı,
- Dizaynında oluşan başarısızlıktan dolayı yeniden dizayn etme ve öğrenme fırsatı,

- Matematik ve fen bilimlerinin içeriğinin bağlanması,
- Öğrenci merkezli pedagojiler,
- Birlikte çalışmaya ve iletişime önem verme olarak belirtmiştir.

Genel olarak STEM eğitiminde, gerçek yaşam problemi ile içerik arasında ilişki kurularak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri kaynaştırılmaya çalışılır. 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 düşünülebilir (Moore vd., 2013). STEM eğitim yaklaşımı; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alan disiplinlerinin entegrasyonu ile deneyler dizayn etmeyi, bilgiyi tercüme ve analiz etmeyi, problemler karşısında disiplinler arası iletişimi sağlayarak, eğitim ile üretim arasındaki köprüyü oluşturmayı, bilginin, ihtiyaç duyulan iş gücüne ve yeni tasarım ürün formuna aktarmayı amaçlamaktadır (Thomasian, 2011). Johnston ve arkadaşlarına (2019) göre STEM eğitimi yaklaşımında, öğrencilerin öğrenmiş oldukları bilgiler teorikte kalmayıp hayatına ya da karşılaştığı herhangi bir sorunun çözümünde kullanabileceği hale gelmesi amaçlanır (Akt. Elmas ve Gül, 2020). Ayrıca bireylerin geleceğe hazır olmaları için STEM eğitiminin önemli bir oranda katkı sağladığı düşünülmektedir (Allen, 2016). Morrison (2006) tarafından STEM eğitimi almış öğrenciler;

- Problem çözebilen-problemleri yapboz parçaları gibi çerçeveleyebilen ve sonra bunları özgün, yeni durumlara uygulayabilmek için anlayış ve öğrenme gerçekleştiren (argümantasyon ve delille),
- Mucit-dünyanın ihtiyaçlarını tanımlayan ve yaratıcı bir şekilde tasarım yapıp çözüm uygulayan,
- Kendine güvenen-kendi çalışma takvimini kendisi hazırlayan, geliştiren ve belirlenmiş zaman çerçevesinde çalışan,
- Mantıklı düşünen-dünya genelinde bulunan uzmanların %60'ında bulunan ve hesaplarla ulaşılan mantığı kullanan ve doğal olguları anlamayı etkilemek için bağlantılar kuran bireyler olarak tanımlanmıştır.

STEM eğitimi akran öğrenmesi ile işbirlikli öğrenmeyi desteklediği için bu eğitimi alan öğrencilerin girişimcilik, sosyalleşme, öz denetim ve işbirlikli çalışmada

kullanılan becerileri de kazanmaları sağlanılmaktadır (Bodner ve Elmas, 2020; Moore, Guzey ve Brown, 2014).

2.3. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)

Mühendislik, bireylerin ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile matematik ve fen disiplinleri ile birlikte uğraş veren bireylerin kararları ve ortak almış oldukları fikirleri kullanarak insanlar için faydalı ürünler ortaya koymaya denilmektedir (Altaş, 2018). Son yıllarda STEM eğitimi yaklaşımının önem kazanması ile birlikte mühendislik ve mühendislik eğitimi de önem kazanmıştır. Mühendislik eğitimi, bireylerin bir mühendis gibi çalışma eğitimini kapsamaktadır. Mühendislik eğitiminin amacı, öğrencinin karşılaştığı probleme yönelik analitik ve pratik çözümler üretmesini sağlama, kazanmış oldukları tasarım yeteneklerini geliştirip, tasarım sorunları ile ilgili mevcut malzeme ve sistemleri kullanarak en verimli şekilde çözmek olarak tanımlanabilir (Akgül vd., 2013). Bu eğitimin kazandırılması ile STEM eğitiminin öğretilmesinde kolaylıklar sağlanabilir. Mühendislik eğitimi her kademedede verilebilir. Bu eğitim kademelerinden biri de ilköğretim kademesidir. İlköğretim kademesinde mühendislik eğitiminin faydaları şu şekildedir (Katehi, Pearson ve Feder 2009):

- Fen ve matematikte anlamlı öğrenmenin artması,
- Mühendisliğe olan farkındalığın artması,
- Mühendislik tasarımı yapabilme yeteneğinin artması,
- Mühendislik becerilerinin farkına vararak bu alana yönelme,
- Teknoloji okur-yazarlığının artması (Akt. Gülhan ve Şahin, 2016).

Bilindiği üzere mühendisler, problemlerini çözerken belirli sistematik süreçleri kullanmaktadırlar. Bu sürece mühendislik tasarım süreci denmektedir. Mühendislik tasarım süreci; yeni bilgiler öğrenme, tasarlama ve oluşturulan ürünlerin çalışma sistemleri olarak tanımlama olarak ifade edilmekte, ancak mühendislik sadece tasarlamadan ibaret olmamakla birlikte aynı zamanda bireylerin günlük hayatlarında karşılaştıkları sorunları etkili bir şekilde çözüme kavuşturmasıdır (Marulcu ve Sungur, 2012). Engineering is Elementary (Mühendislik Temeli) (2017), mühendislik tasarımı göz önünde bulundurarak gerçekleştirilen MTS, mühendislik bakış açısı ile bireylerin problemleri çözmek için kullandıkları

basamaklardan oluşan sürece denmektedir (Akt. Tuhtakaya, 2019). Bu süreçte bireyler, problemin birden fazla yol ile çözülebileceğini (Atman vd., 2007), etkili ve uygun bir çözüm için sürecin tekrar edilebilirliğini (Bers ve Postmore, 2005) öğrenirler. MTS sürecinin kullanılmasının bireye birçok faydasının olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir. Örneğin; fen eğitiminde yapılan etkinliklerde mühendislik tasarım sürecini kullanmak, fen eğitiminde kalıcılığı sağlama, bilimsel süreç becerilerini ve akademik başarılarını geliştirme aynı zamanda öğrencilerin karar verme becerilerine de katkı sağladığı görülmektedir (Bozkurt, 2014; Gencer, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017). STEM eğitim yaklaşımının önem kazandığı bu dönemde fen bilimleri öğretim programında da STEM eğitime, mühendislik ve tasarım becerilerine de vurgular yapıldığı görülmektedir. Fen bilimleri öğretim programında “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” başlığı altında yapılan açıklama şu şekildedir:

“Bu alan, fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır” (MEB, 2018). Buradan da anlaşılacağı gibi yaratıcılık, modelleme ve analiz mühendislik tasarım sürecinin yapısında vardır (NAE ve NRC, 2009).

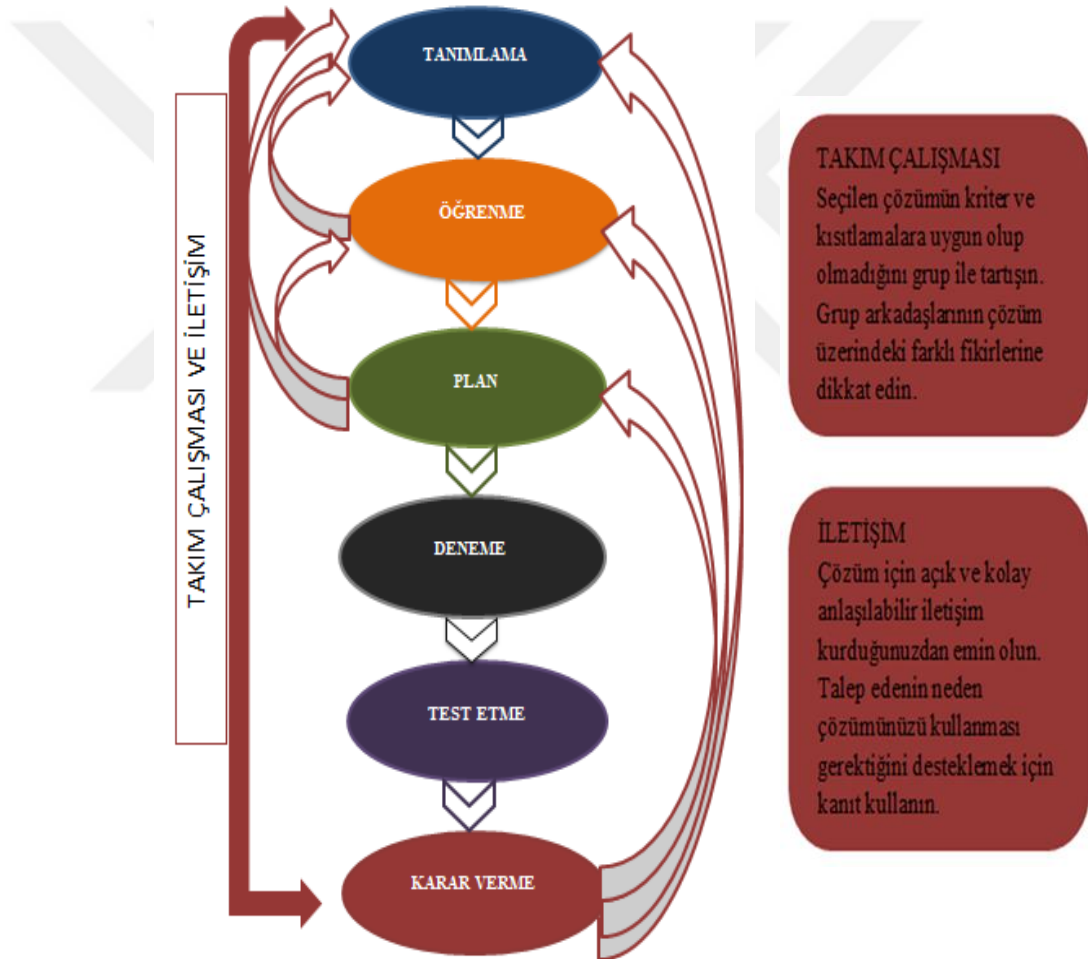
STEM eğitimi konusunda MTS'nin kullanıldığı (Aktaş, 2019; Altaş, 2018; Bozan, 2018; Güvenç, 2020; Kaya, 2019; Kınık-Topalsan, 2018; Özçakır-Sümen, 2018; Şahiner, 2020) gibi MTS kullanılmayan (Akkoyun, 2020; Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Ertuğrul-Akyol, 2020; İmir, 2019; Karcı, 2018; Karışan ve Bakırcı, 2018; Kırte, 2019; Kurt, 2019; Zengin ve Uğraş, 2019) çalışmalar da mevcuttur. Literatürde mühendislik tasarım süreci basamaklarına yönelik çeşitli sınıflandırmalar mevcuttur. Bu sınıflandırmalar Tablo 2.1’de yer almaktadır.

Tablo 2.1. Farklı Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları						
Wendell ve Rogers (2013)	Hynes vd. (2011)	Brunsell (2012)	Tayal (2013)	Mangold ve Robinson (2013)	NRC (2009)	Moore vd. (2013)
Problemin belirlenmesi	Problemin Tanımlanması	Problemin Tanımlanması	Problemin tanımlanması	Problemin Tanımlanması	Problemin Tanımlanması	Tanımlama
Olası çözümlerin araştırılması	Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi	Probleme yönelik muhtemel çözümlerin geliştirilmesi	Araştırma yapılması	Araştırmanın Yapılması	Probleme yönelik araştırma yapılması	Öğrenme
En uygun çözümün seçilmesi	Olası çözümlerin Geliştirilmesi	Olası çözümlerin analiz edilmesi	İhtiyaçların belirlenmesi	Beyin fırtınası yaparak Çözümlerin Geliştirilmesi	Çözüme dönük beyin fırtınası yapılması	Plan
Prototipin yapılması	En İyi Çözümün Seçilmesi	Çözümlerin optimize edilmesi	Alternatif çözümler geliştirilmesi	Çözümlerin Analiz Edilmesi, Değerlendirilme	En iyi çözümün seçilmesi	Deneme
Prototipin test edilmesi	Prototipin oluşturulması	Sunma ve paylaşma	En iyi çözümün seçilmesi	En İyi Çözümün Seçilmesi	Modelin yapılması	Test etme
	Çözümü Test Etme ve Değerlendirme		Geliştirme çalışması yapılması	Prototipin Oluşturulması	Prototipi test etme ve değerlendirme	Karar verme
	Çözümün Sunulması		Prototipin yapılması	Prototipin Test Edilmesi	Çözümün sunulması	
	Yeniden Tasarlama/Revize Etme		Test edilmesi ve yeniden tasarım yapılması	Yeniden Tasarlama	Yeniden tasarlama	
	Kararın Tamamlanması					

Tablo 2.1 incelendiğinde mühendislik tasarım süreci basamakları genel olarak; problemin tanımlanması, çözüme yönelik araştırma yapılması, çözüm önerilerinin araştırılması, en iyi çözümün seçilmesi, prototipin oluşturulması, prototipin test edilmesi, prototipin yeniden tasarlanması ve prototipin sunulmasını kapsamaktadır.

Bu çalışmada, Moore ve arkadaşlarının (2013), geliştirmiş oldukları mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılmıştır. MTS, altı basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar; tanımlama, öğrenme, plan, deneme, test etme ve karar vermedir. Bu tasarım sürecine Şekil 2.2’de yer verilmektedir.



Şekil 2.2. Mühendislik tasarım süreci (Moore vd., 2013)

2.3.1. Tanımlama

Mühendislik tasarım sürecindeki ilk aşama problemin tanımlanmasıdır. Bu basamakta gerçek hayat problemine uygun olarak verilen senaryo durumu okunur. Bu senaryoya bağlı olarak problem tanımlanır. Senaryolar oluşturulurken istenilenler açık ve net bir şekilde belirtilmeli ve kriterler ile kısıtlamalara da yer verilmelidir. Bu basamakta öğrencilerin problemin doğru tanımlanması çok önemlidir. Aksi takdirde iyi tanımlanmamış problemler ile beklenen çözümlerin ortaya çıkmasında zorluklar ile karşılaşılacaktır (Brunsell, 2012; Mangold ve Robinson, 2013). Problemi tanımlayan öğrenci grup arkadaşlarıyla da tartışarak bir sonuca varır. Öğretmen bu basamakta ve diğer basamaklarda olduğu gibi problem durumunu öğrencilerden sorgulamalı hem öğrencinin motive olmasını sağlamalı hem de öğrencinin problem durumunu unutmaması için sorgulaması gerekir. Bu basamakta son olarak, her bir öğrenci tasarım ile ilgili merak ettikleri ya da öğrenmek istedikleri bilgiler ile ilgili olarak öğretmene 3 ya da 5 arasında soru sorar. Öğretmen ise her bir sorudan sonra tasarımla ilgili olup olmama durumuna göre dönütler verir. Örneğin öğretmen, tasarımın oluşturulmasına yönelik bir soruya “mükemmel, çok iyi”, tasarımla alakasız bir soruya ise “sence bu, tasarımınızda ne işe yarayacak?” şeklinde dönütler vermeli ve sorularla öğrencinin düşünmesini sağlamalıdır.

2.3.2. Öğrenme

Mühendislik tasarım sürecinin ikinci basamağı olan öğrenme basamağında, bireylerin tasarımlarını oluşturmak için gerekli olan ön öğrenmelerini sağladığı basamaktır. Öğrencinin tasarımda işine yarabilecek bilgileri öğrenmesi bu noktada önemlidir. Bu sebeple öğretmenin, öğrencinin öğrenmelerine yönelik bilgileri çok iyi planlaması gerekmektedir. Öğrenmeler, öğretmen tarafından direkt verilmemektedir. Yalnızca öğrencinin ulaşması gereken zor bilgi olursa verilebilir. Öğrenciler öğrenmelerini grup arkadaşları ile tartışarak, yaparak ve yaşayarak öğrenme ile sağlar. Bu öğrenmelerde öğrenciler fen, matematik, mühendislik ve matematik disiplinlerini kullanmaktadır. Öğrenmeler sağlanırken öğretmenin burada çok dikkatli olması gerekmektedir. Çünkü yanlış öğrenilen bilgiler tasarımın gerçekleşmesini zorlaştırmakta ve tekrar bu basamağa geri dönülmesine neden olmaktadır. Bu da tasarımda zaman kaybına neden olmaktadır. Bunu önlemek adına

öğretmen sınıf içerisinde sürekli sorgulamalıdır. Ayrıca öğretmenin problem durumunun ne olduğunu sürekli öğrencilere hatırlatarak öğrencilerin dersten kopmaması sağlanmalıdır.

2.3.3. Planlama-Deneme

Öğrenciler planlama basamağında, problemin çözümüne yönelik bireysel tasarım planlarını çizerler. Ardından bu tasarımı destekleyecek düşüncelerini belirtirler. Bu aşamada, beyin fırtınası ile birden fazla çözüm yolu geliştirme gibi süreçleri içeren bir tasarım planı geliştirme esastır (Moore vd., 2014). Öğrenciler grup arkadaşlarıyla birlikte ortak bir tasarım planına karar verirler. Karar verirken grup arkadaşları ile beyin fırtınası yapmaları, tartışmaları önemlidir. Ayrıca öğretmen de bu aşamada her gruptaki plan çizimlerini inceleyerek bu planın ne işe yaradığı, neden bu planı çizdiği ile ilgili olarak öğrencileri sorgulamalıdır. Karar verilen tasarım planı grup arkadaşları ile birlikte denenir. Bu aşama aslında tasarımı test etme ve karar verme ile karıştırılabilir. Ancak bu aşamada tasarımla ilgili test yapma ve karar verme söz konusu değildir. Bu aşamada plan çizip denemelerindeki amaç plan ile ilgili avantaj ve dezavantajları görüp uygun ürün oluşturma çabalarıdır. Bu basamakta öğrencileri takımları ile birlikte karar verdikleri plan ilgili olarak kriter ve kısıtlamaları göz önünde bulundurarak test etmek için bir prototip geliştirirler (Moore vd., 2014).

2.3.4. Test Etme-Karar Verme

Tasarım sürecinde test etme ve karar vermede, öğrencilerin verileri toplama ve analiz etme yollarıyla ürünü veya çözümü değerlendirerek güçlü ve zayıf yönlerini belirleme ve bunun üzerinden ürünü iyileştirmek için bu basamakları kullanmaları esasına dayanmaktadır (Moore vd., 2014). Bu aşamada, öğrenciler planlama ve deneme basamağında belirledikleri tasarım fikrini test ederler. Tasarımı test ederken tasarım ile ilgili elde etmiş oldukları bilgileri, grafikleri ve çizimleri mühendislik not defterlerine not ederler. Test etme aşamasında problem durumu ile birlikte kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak problem durumunu karşılayacak bir tasarım olup olmasına da dikkat edilmelidir. Eğer ki problem durumunu karşılıyor ise tasarım karar verme aşamasına gidilir ancak tasarım problem durumunu karşılamayan tasarım ise tekrardan tasarlama sürecine gidilir. Tekrardan

tasarlama ise problemin çözümünün tekrardan gözden geçirildiği kriter ve kısıtlamaların göz önünde bulunduğu aşamasıdır. Karar verilen tasarımda elde edilen sonuçların güçlü ve zayıf yönleri göz önünde bulundurularak geliştirilebilir. En son olarak tasarım ile ilgili sunum yapma aşamasıdır. Sunumda her grup ortak bir poster hazırlar. Bu posterin içeriğinde tasarımın çizimi, tasarımda neler yapıldığı, elde edilen sonuçlar ve malzeme listesi kullanılarak hazırlanır (Moore vd., 2014). Hazırlanan posterler sınıf ortamında sunumu yapılarak süreç tamamlanır.

2.4. STEM Eğitiminde Alanların Entegrasyonu

Senge (1990) entegrasyonu şöyle açıklamıştır: *“Çok erken yaşlar ile birlikte dünyada var olan sorunlar bize parçalara ayrılarak öğretilmiştir. Bu durum bize karmaşık konuları daha kolay kullanabilme imkânı sağlamış olsa da ileride sorunlar yaşarız. Artık öğretilenlerin sonuçlarını görebiliriz, ancak bütün olarak öğretilenler arasında bağlantı kuracağımız içsel duygumuzu kaybetmiş oluruz”* (Akt. Gülhan ve Şahin, 2016). Bu doğrultuda alanların entegrasyonu ile sorunlar bir bütün olarak ele alınmakta ve sorunlar arasında bağlantı kurulmaktadır.

STEM eğitiminde alanların entegrasyonuna yönelik Fogarty (1991) program entegrasyonu için on tane entegrasyon modeli geliştirmiştir. Bu entegrasyon modellerinden biri olan bütünleştirilmiş modele göre; disiplinler arası konular, birbiri ile ilişkili kavramların gelişen desen ve tasarımlar etrafında yapılandırılmış ayrıca bu model dört ana disiplini bir araya getirmektedir (İzgi, 2020). Bütünleştirilmiş olan model STEM entegrasyonunu sağlamak için uygun bir model olduğundan dolayı olumlu sonuçlar elde edilebilir (Yıldırım, 2018b).

2.4.1. STEM Eğitiminde Fen Bilimleri Entegrasyonu

Fen bilimleri, olgulardan, kavramlardan, ilkelere, kuramlardan, doğa yasalarından ve genellemelerden oluşur (Doğru ve Kıyıcı, 2005). Fen, bu disiplinlerle ilgili olan kavramların, ilkelerin, kuralların araştırma ve sorgulamaya bağlı olarak ele alınmasını ya da uygulanmasını içermektedir (Bybee, 2019). Bozkurt Altan’a (2017a) göre STEM’e fen bilimlerinin entegre edilmesi bu alan ile ilgili bilgi ve beceriler gerektiren araştırma ve sorgulama süreçleri ile birlikte sağlanmış olmasını gerektirmektedir. STEM eğitimi alanlarından olan fen bilimleri, öğrencilerin derse olan ilgilerinin ve öz güvenlerinin artmasında, iş birliği, iletişim,

problem çözüme becerilerinin güçlenmesinde etkilidir (Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Gallant, 2010; Akt. Gülseven, 2020). STEM disiplinlerinin entegrasyonunda disiplinlerin ayrı ayrı özelliklerinin olmasının yanı sıra bu disiplinlerinde birbirinden etkilenmesi söz konusudur. Örneğin, fen bilimlerinin mühendislik ile ilişkisine bakıldığında zaman tasarım sürecinde ve mühendisliğin temelinde etkilerinin olduğu ve bu amaçla mühendislikle uğraşanların fen bilimlerinde yeterli bilgi sahibi olmaları gerekmektedir (NRC, 2009).

2.4.2. STEM Eğitiminde Matematik Entegrasyonu

Matematik, geometri, aritmetik, cebir, hesaplama gibi alanların dışında tıpta, sporda, sosyal ve doğa bilimlerinde, endüstride, fen ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu sebeple, matematik bireyler için evrensel ve önemli bir disiplindir (Hershchbach, 2011). STEM eğitiminde matematik bilgileri sonuçların analizini yapma gerektiğinde formüle dönüştürme, bilgileri ölçme, model gelişimini sağlama, iletişim becerilerini geliştirme, deneylerin tekrar olarak yapılmasında mühendislere ve fen ile uğraşanlara yardımcı olmaktadır (Şahan, 2007). Ayrıca STEM eğitiminde matematik; grafik çiziminde, tasarımda kullanılan malzemelerin sayısında, malzemelerin kullanılma ölçüsünde ve oranının belirlenmesinde önemlidir. Bununla birlikte matematiksel modelleme ile bireylerin problemleri çözme, tasarım yapma ve analitik düşünme becerilerinin de geliştirilmesi sağlanmaktadır (Erbaş vd., 2014). Ayrıca bu modelleme etkinliklerinin STEM disiplinlerine ait kavramların oluşturulması ve daha iyi anlama imkânı sağlaması gerçekleşmektedir (Karahan ve Bozkurt, 2017). Ayrıca mühendislik ve teknoloji ile yakından ilişkisi olan matematiğin, analiz etme ve verileri tanımlamadan farklı olarak problemleri çözme becerilerine de katkı sağlamaktadır (NRC, 2009).

2.4.3. STEM Eğitiminde Teknoloji Entegrasyonu

Türk Dil Kurumu (TDK)'na göre teknoloji; sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç ve gereçleri bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi ve insanın çevresini denetlemek ve değiştirmek için geliştirdiği araç ve gereçlerle ve bununla ilgili bilgilerin tümüne denilmektedir. Teknolojinin eğitimde kullanılması, çok yönlü öğrenmenin sağlanmasında, matematik ve fen disiplinlerinin de sağladığı yardımlar ile günlük yaşamdaki sorunlara çözüm sağlama

ve toplum için gerekli olan yeni teknolojilerin üretilmesinde faydalı olduğu görülmektedir (Değirmenci, 2020). Her bir disiplinin olduğu gibi teknoloji disiplini de STEM eğitimi için önemlidir. Teknolojinin STEM'e entegrasyonunda, ürün geliştirme ya da ürün gelişim aşamasında teknolojiyi kullanma ve teknolojik okuryazarlık geliştirme ile ilgili kazanımlar ortaya çıkmaktadır (Bozkurt-Altan, 2017a). STEM eğitiminde teknolojinin entegrasyonu denildiğinde çoğu zaman STEM eğitiminde kullanılan teknolojik ürünlerin ötesine gidilememektedir (Cavanagh ve Trotter, 2008). Fakat teknolojinin entegrasyonunda önemli olan gerçek hayat problemlerinde teknolojiyi kullanmaktan farklı olarak problemlere matematik ve fen bilgilerini kullanarak çözüme yeni bir ürün geliştirme ile gereksinimleri karşılamaktır (Uştu, 2019). Lantz (2009) teknolojinin STEM eğitiminde kullanılması ile ilgili olarak, bilgisayar animasyonları ve simülasyonları ayrıca CAM, CAD gibi teknolojik uygulamaların kullanımı ile öğrencilerin öğrendiklerini hayata uygulama ve STEM konularını en iyi şekilde keşfettiklerini belirtmiştir (Akt. Bolat, 2020). Bununla birlikte teknoloji; fen, toplum, ekonomi ve pek çok alanda önemli bir yer edindiği gibi K-12 eğitiminde önemli bir yere sahip olmasının inovatif öğrenmeye de yardımcı olmaktadır (PCAST, 2010; Akt. Gülseven, 2020).

2.4.4. STEM Eğitiminde Mühendislik Entegrasyonu

(TDK) Türk Dil Kurumu'na göre mühendislik; 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 tanımlanmıştır. Problemlerin, öğrencilerin anlamaları için fırsatlar sunmak ve öğrencilerin sorunlarını çözmeye yardımcı olmak için STEM disiplinlerinden özellikle mühendislik disiplini ile bütünleştirmesi gerekmektedir (Roehrig vd., 2012). STEM eğitiminde mühendislik disiplini önemli bir yer tutmaktadır. Mühendislik; teknoloji, matematik ve fen disiplinlerini bir araya getirerek ortak bir çatı altında toplanmasını sağlar. Bunu mühendislik tasarım süreci ile sağlamaktadır. Mühendislik tasarım sürecinin yürütülmesinde gerekli olan gerçek yaşam problemlerinin tema olarak ele alınması, okul öncesinden üniversiteye kadar STEM disiplinlerinin entegrasyonunu sağlamaktadır (NRC, 2012). Ayrıca mühendisler fen, matematik ve teknoloji disiplinlerini kullanmaktadır. Öğrencilerin işbirlikli çalışma, üretme,

problem çözebilme ve eleştirel düşünme gibi birçok becerilerin kazandırılmasında mühendislik eğitiminin önemli olduğu ifade edilmektedir (Lantz, 2009). Mühendislik temelli yapılan çalışmaların öğretmenler için öğrenci merkezli yöntemleri kullanmalarını sağladığı ayrıca öğrencilerin gerçek yaşam ile ilgili problemlerinde matematik ve feni kullanmalarına fayda sağladığı belirtilmektedir (Stohlmann vd., 2014). NAE ve NRC K-12 okullarında mühendisliği dersler ile bütünleştirmenin temel avantajlarından beşini şu şekilde ifade etmektedir:

- Bilim ve matematikte üstün başarı,
- Mühendisliği anlayarak bu alanda gelişim göstermesi,
- Mühendislik alanı ile ilgili olumlu yönde bilinçlenmesi,
- Tasarım sürecini kavraması ve tasarım okuryazarlığı kazanması,
- Gelişen teknolojiye ayak uydurabilmesi ve katkılar sunabilmesi için teknoloji okuryazarlığı kazanmasıdır (Katehi, Pearson ve Feder, 2009).

2.5. İlkokulda STEM Eğitimi

İlkokul, bireylerin öğrenim görmüş oldukları 1, 2, 3 ve 4. sınıfları kapsayan bir kademedir. Bu kademedeki öğretmenler; öğrencilerin bakış açısını değiştirebildiği, onları dönemin ihtiyaçlarına göre yetiştirdiği ve meslek seçimlerine göre en rahat yönlendirdiği önemli dönemlerden biridir. Bu sebeple sınıf öğretmenlerinin bireylere yararlı olmak için kendilerini çok iyi yetiştirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda öğretmenlerin yenilikleri ve değişiklikleri çok iyi takip etmeleri gerekir. Bu yenilik ve değişikliklerden biri de yeni bir eğitim yaklaşımı olan STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM eğitim yaklaşımının erken yaşta başlanması ile ilgili olarak literatüre bakıldığında zaman Murpy (2011), STEM eğitime ilkökulda ve hatta daha erken başlanması gerektiğini (Akt. İçel, 2019); Chesloff (2013), STEM eğitimi için önemli kavramlar olan; eleştirel düşünme, yaratıcılık, merak, iş birliği ile ilgili verilecek olan eğitimin erken çocukluktan itibaren başlanması gerektiğini (Akt. Zengin Uğraş, 2019); Akbıyık ve Kalkan-Ay (2014), erken yaştan itibaren bireyin düşüncelerini sağlayacak, karşılaştıkları sorunları çözmede kullanmış oldukları ve bilgi düzeylerinin gelişmesini sağlayan etkinliklerin hazırlanması gerektiğini; Elmas ve Gül (2020), STEM eğitim yaklaşımı ile mühendislik disiplinin erken yaşta temel oluşturması gerektiği ve farkındalık geliştirmesinin önemli olduğunu ifade

etmektedirler. İlkokulda STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili literatürde çalışmalar yer almaktadır. Örneğin, Azgın (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerinin, STEM'e yönelik tutumlarının ve sınıf öğretmenlerinin STEM öğretimine yönelimleri bazı değişkenler açısından incelenmiştir. Bircan (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilköğretim 4. sınıf öğrencilerine STEM etkinlikleri uygulanmış ve bu uygulamaların STEM'e yönelik tutumlarına, matematik başarılarına ve 21. yüzyıl becerilerine etkileri incelenmiştir. İçel (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul öğrencilerinin zihin özelliklerinin STEM tutum düzeylerinin ve bunlar arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Kaya (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul 3. ve 4. sınıfı okuyan öğrencilerin STEM tutum düzeyleri ve farklı değişkenlere göre incelenmesi amaçlanmıştır. Öztürk (2020) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul 4. sınıf fen bilimleri derslerinde kullanılan STEM etkinliklerinin akademik başarıya olan etkisini incelemek amaçlanmıştır. Yetkin (2020) tarafından yapılan çalışmada ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin STEM eğitime yönelik tutumları ile öğrencilerin öğrenme anlayışları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2.6. Tümdengelim Laboratuvar Yaklaşımı

Laboratuvar yaklaşımlarından biri olan tümdengelim laboratuvar yaklaşımı en çok tercih edilen laboratuvar yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda derste anlatılan teorik bilgilerin öğretmen ve öğrenciler tarafından çeşitli araç ve gereçlerle doğrulanması ve ispatlanması amaçlanmaktadır (Bal, 2012). Bu yaklaşımda konu öğretmen tarafından belirlenir ya da laboratuvar kılavuzu; deneyle ilgili teorik bilgi, deney yapılışı, verilerin toplanması ve analiz edilmesi ile ilgili olarak ayrıntılı bilgi verir (Kanlı ve Yağbasan, 2008). Kılavuza göre ilerleyerek süreç tamamlanır. Ergün ve Özdaş'a (1997) göre tümdengelim laboratuvar tekniği öğrencilere inceleme becerisi, analiz etmeden farklı olarak verilerin sınıflanması ve işlenmesi konusunda bireye yardımcı olmaktadır (Akt. Ertuğrul-Akyol, 2020).

2.7. Bilimsel Süreç Becerileri

Literatürde, bilimsel süreç becerileri (BSB) ile ilgili araştırmacılar tarafından çeşitli tanımlara rastlanılmıştır. BSB;

“Aktif öğrenci ortamı sağlayan, fen öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırmada yol ve yöntemleri kazandıran, öğrencinin sorumluluk alma duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcı öğrenme olmasını sağlayan becerilere denir (Taşar, 2001)”.

“Bilimsel yöntemi kullanarak bilgiyi üretme ve bilgiye ulaşmayı sağlayan becerilere denir (Arslan ve Tertemiz, 2004)”.

“Aktif öğrenme ortamı sağlayan, öğrencilerin sorgulama ve araştırma yapmasını sağlayan ve bilgilerin kalıcılığını artıran becerilere denir (Ayas vd., 2010)”.

“Günlük hayatta karşılaşılmış olan her türlü zorluk ve sorunlarla başa çıkmada doğru bilgiye ulaşmak için yapılan her türlü bedensel ve zihinsel faaliyetlerin genel adına denir (Karşlı, 2011)”.

Bilimsel süreç becerilerinin, literatürde bazı araştırmacılar tarafından farklı sınıflandırıldığı görülmektedir. Bu sınıflandırmalara Tablo 2.2’de yer verilmektedir.

Tablo 2.2. Bilimsel Süreç Becerileri Sınıflandırmaları (Savaş, 2011)

Çepni, Ayas, Johnson ve Turgut (1997)	A.A.A.S Amerikan Bilimsel Gelişme Birliği. (1998)	Lancour, K. L. (2005)	MEB (2018)
Temel Süreçler ➤ Gözlem Yapma ➤ Ölçme ➤ Sınıflama ➤ Verileri Kaydetme ➤ Sayı ve Uzak İlişkileri Kurma Nedensel Süreçler ➤ Tahmin Yapma ➤ Değişkenleri Belirleme ➤ Verileri Yorumlama ➤ Sonuç çıkarma DeneySEL Süreçler ➤ Hipotez Kurma ➤ Verileri Kullanma ve Model Oluşturma ➤ Deney Yapma ➤ Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme ➤ Karar Verme	Temel Beceriler ➤ Gözlem ➤ Sınıflama ➤ Ölçme ➤ Çıkarım ➤ Tahmin ➤ İletişim Kurma ➤ Sayılar Arası İlişki Kurma Bütünleştirilmiş Beceriler ➤ Model Oluşturma ➤ İşlevsel Tanımlama ➤ Veri Toplama ➤ Verileri Yorumlama ➤ Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme ➤ Hipotez Kurma ➤ Deney Yapma	Temel Bilimsel Süreç Becerileri ➤ Gözlem Yapma ➤ Ölçüm Yapma ➤ Çıkarım Yapma ➤ Sınıflama ➤ Tahmin Yürütme ➤ İletişim Kurma Bütünleştirici Bilimsel Süreç Becerileri ➤ Hipotezler Geliştirme ➤ Değişkenlerin Belirlenmesi ➤ Değişkenlerin İşlevsel Olarak Belirlenmesi ➤ Değişkenler Arasındaki İlişkilerin Tanımlanması ➤ Araştırmayı Tasarlama ➤ Deney Yapma ➤ Verilerin Toplanması ➤ Verilerin Tablo ve Grafik Olarak Düzenlenmesi ➤ İncelemelerin ve Verilerinin Analiz Edilmesi ➤ Neden ve Sonuç İlişkilerinin Anlaşılması ➤ Model Oluşturma	Bilimsel Süreç Becerileri ➤ Gözlem Yapma ➤ Ölçme ➤ Sınıflama ➤ Verileri Kaydetme ➤ Deney Yapma ➤ Hipotez Kurma ➤ Verileri kullanma ve Model oluşturma ➤ Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme

Tablo 2.2 incelendiğinde bilimsel süreç becerileri genel olarak; gözlem yapma, ölçme, sınıflama, verileri kaydetme, deney yapma, hipotez kurma, verileri kullanma, model oluşturma, değişkenleri belirleme, kontrol etme ve tahmin etme olarak söylenebilir. Bazı bilimsel süreç becerilerine aşağıda yer verilmektedir.

Gözlem: Bireyin tüm duyu organları ve bu duyu organlarının algılamalarını artıran araçlar kullanılarak bilgi toplanmasına denir (Soylu, 2004). Gözlem bireyin hayatının her anında gerçekleşen bir durumdur. Gözlem, aynı zamanda zihinsel bir aktivite olmasından dolayı, bundan yalnızca duyu organlarının uyarılması sorumlu değildir. Gözlem sonuçlarının değerlendirilmesi aşamasında, problem içeriği ile ilgili olanların ilgisiz sonuçlardan ayırt edilmesi de bu konuda önemlidir (Tan ve Temiz, 2003).

Tahmin Etme: Bir olay gerçekleşmeden önce o olayın sonucu ile ilgili önceden düşünüp olabilirliği hakkındaki düşüncelere denilmektedir. Burada elde edilen delillerin geçmişteki tecrübelerin kullanılmasıyla önceden kestirmeyi rasyonel olmayan tahmin etme kavramından ayırt etmek gerekmektedir (Harlen, 1989).

Hipotez Kurma: Hipotez kurma, doğruluğu henüz ispatlanmamış olan bilimsel varsayımlarına dayandırılan önermelere denilmektedir (Arslan ve Tertemiz, 2004).

Verileri Kaydetme: Yapılan birtakım uygulamalar sonucunda elde edilen verileri uygun araçlar kullanarak kayıt altına alma olayına denilmektedir. Verileri kaydetme, verileri kullanma ve model oluşturma için temel hazırlamaktadır (Tan ve Temiz, 2003).

Deney Yapma: Bir problem durumuna karşın ya da elde edilen verileri test etme sürecinde yapılan uygulamaya denilmektedir. Deney yapma, bir hipotez kurma, sonuç ile ilgili tahminde bulunma, hipotezi test etme, değişkenler arasında ilişkiler kurma ve hipotez ile ilgili değerlendirme yapma sürecine denilmektedir (Karşı, 2011).

Değişkenleri Değiştirme ve Kontrol Etme: Deneyde yer alan değişkenlerin birbiri üzerindeki etkilerini ortaya koymak için bir değişkeni değiştirirken diğer değişkenin buna bağlı değişimlerinin incelenmesine denir (Tan ve Temiz, 2003).

STEM eğitiminin amaçlarından biri de bireylerde farklı beceriler kazandırmayı sağlamaktır. Bu becerilere örnek olarak; gözlem yapma, verileri kaydetme, deney yapma, model oluşturma, değişkenleri kullanma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme olarak söylenebilir. STEM eğitimi yaklaşımının bilimsel

süreç becerileri ile ilişkisine bakıldığında, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğu literatürde yapılan çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; Abanoz (2020) tarafından yapılan çalışmada STEM yaklaşımına uygun fen etkinliklerinin çocukların; gözlem, tahminde bulunma, çıkarım yapma ve bilimsel iletişim kurma üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Kavak (2020) tarafından yapılan çalışmada ise; STEM etkinliklerinin 60-72 aylık çocukların temel bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

2.8. 21. Yüzyıl Becerileri

Bulunduğumuz çağ olan 21. yüzyıl farklı şekillerde adlandırmaktadır. Bazı platformlarda “Dijital Çağ” olarak adlandırılırken bazı platformlarda ise “Teknoloji Çağı” olarak adlandırılmaktadır. Ancak, tüm araştırmacıların bu çağ ile ilgili bireylerde gerçekleşmesi gereken beklentileri ortaktır. Bu beklentiler ise yeni çağa uyumlu bireylerin yetiştirilmesidir. Bilindiği üzere her çağda bilim ve teknolojiye yaşanan değişiklikler mevcuttur. Bilim ve teknolojiye bu değişiklikler bireylerin farklı becerilere sahip olmasını gereklilik haline getirmiştir (Akgündüz vd., 2015). Bu beceriler ise 21. yüzyıl becerileridir. 21. yüzyıl becerileri, yalnız başına ne beceriyi ne de bilgiyi kapsar. 21. yüzyıl becerileri, anlamayı ve performansı içerir. Başka bir deyişle bilgi ile becerinin harmanlandığı bir kavramdır (Dede, 2009). Bu becerilere sahip olan bireyler hayatlarını daha nitelikli ve üretici olarak sürdürürler (Anagün vd., 2016). Bu sebeple bireylere bu becerilerin kazandırılması gerekmektedir.

Literatürde 21. yüzyıl becerileri ile ilgili farklı sınıflandırmalar yapıldığı görülmektedir. Bu sınıflandırmalar; P21 çerçevesi, enGauge, ATC21S, OECD, MEB ve Dünya Ekonomi Formu tarafından yapılan sınıflandırmalardır. P21 (Partnership for 21st Century Learning) çerçevesi, Amerika Birleşik Devletleri’nde çeşitli kurum ve eyaletler tarafından desteklenen 21. yüzyıl becerilerinin program ve öğretimde uygulamalı bir eğitim projesidir (Gelen, 2017). EnGauge; Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı’nın öğrencinin öğrenmesi ve teknolojinin etkili bir biçimde kullanımı için ve sistem çapında faktörleri tanımlayan web tabanlı bir çerçevedir (Lemke, 2002). ATC21S (Assesment ve Teaching of 21 st Century Skills), 21. yüzyıl becerilerini değerlendirme ve öğretmedir (Öztermiyeci, 2019). OECD

(Organisation for Economic Cooperation ve Development) ise, ekonomi kalkınma ve işbirliği örgütüdür. Dünya Ekonomi Formu ise merkezi İsviçre Cenevre kentinde yer alan uluslararası bir vakıftır. Tablo 2.3'te bu sınıflandırmalara yer verilmektedir.



Tablo 2.3. 21.Yüzyıl Becerileri Sınıflandırmaları (Çepni ve Ormancı 2017, Akt. Ertuğrul ve Akyol 2020)

P21 çerçevesi	enGauge	ATC21S	OECD	MEB	Dünya Ekonomi Formu
1.Temel dersler ve 21.yüzyıl temaları -Küresel bilinç -Finans, ekonomi işletmecilik ve girişimcilik okuryazarlığı -Yurttaşlık okuryazarlığı -Sağlık okuryazarlığı -Çevre okuryazarlığı 2.Öğrenme ve yenilenme becerileri -Yaratıcılık ve inovasyon -Eleştirel düşünme ve problem çözme -İletişim ve iş birliği 3. Bilgi, medya ve teknoloji becerileri -Bilgi okur-yazarlığı -Medya okur-yazarlığı -Bilgi ve iletişim teknolojileri(ict) okuryazarlığı 4. Yaşam ve kariyer becerileri -Esneklik ve adaptasyon -Girişimcilik ve öz-yönelim -Sosyal ve kültürlerarası beceriler -Üretkenlik ve sorumluluk -Liderlik ve sorumluluk	1.Dijital çağ okuryazarlığı -Temel, bilimsel, ekonomik ve teknoloji okuryazarlığı -Görsel ve bilgi okuryazarlığı -Çok kültürlülük okuryazarlığı ve küresel farkındalık 2. Yaratıcı düşünme -Uyumluluk, karmaşıklık yönetimi ve özyönetim -Merak, yaratıcılık ve risk alma -Üst düzey düşünme ve akıl yürütme 3. Etkili iletişim -Takım oluşturma, iş birliği ve kişilerarası beceriler -Kişisel sosyal ve sivil sorumluluk -İnteraktif iletişim 4. Yüksek üretkenlik -Öncelik verme, planlama ve sonuçları yönetme -Günlük yaşam araçlarının etkili kullanımı -Üretimle ilgili yetenek, yüksek kaliteli ürün	1. Düşünme yolları -Yaratıcılık ve yenilik -Eleştirel düşünme, problem çözme -Öğrenmeyi öğrenme, üst biliş 2. Çalışma yolları -İletişim -İş birliği (takım çalışması) 3. Çalışma araçları -Bilgi okuryazarlığı -Bilgi ve iletişim teknolojileri(ict) okuryazarlığı 4. Dünyada yaşam -Vatandaşlık (yerel ve küresel) -Yaşam ve kariyer -Bireysel ve sosyal sorumluluk 5. Öğrenme yolları 6. Öğretme yolları	1. Araçların interaktif kullanımı -Dilin sembollerin ve yazının interaktif kullanımı -Bilgi ve bilimin interaktif kullanımı -Teknolojinin interaktif kullanımı 2.Heterojen gruplarla etkileşim -Başkalarıyla iyi ilişkiler kurma -İş birliği yapma -Çatışma çözme ve yönetme 3. Özerk davranma -“Büyük resim” içinde hareket etme -Yaşam planları ve kişisel projeler oluşturma ve yönetme -Haklarını, çıkarlarını, sınırlarını ve ihtiyaçlarını savunma	1.Düşünme yolları -Yaratıcılık ve yenilikçi düşünme ve bunlara açık olma -Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme -Öğrenme stratejilerini kullanma/öğrenmeyi öğrenme ve üst bilişsel beceriler kendini değerlendirme 2. Çalışma yolları -İletişim becerileri/Türkçeyi doğru kullanma ve bir yabancı dili temel düzeyde kullanma -Takım çalışması 3. Çalışma araçları -Bilgi okuryazarlığı -Bilgi iletişim teknolojileri okuryazarlığı 4. Dünyaya entegrasyon -Yerel ve evrensel vatandaşlık bilinci -Yaşam ve kariyer ile ilgili bilinç ve beceriler -Kültürel farkındalıkları ve yeterlilikleri kapsayacak şekilde kişisel ve sosyal sorumluluk bilinci	1. Temel okuryazarlık -Okuma yazma -Sayısal -Bilimsel okuryazarlık -Bit okuryazarlığı -Finansal okuryazarlık 2.Yeterlilikler -Kritik düşünme/problem çözme -Yaratıcılık -İletişim -İş birliği 3. Karakter özellikleri -Merak -Girişim -Kararlılık/ dayanıklılık -Adaptasyon -Liderlik -Toplumsal ve kültürel farkındalık

Tablo 2.3 incelendiğinde 21. yüzyıl becerileri ile ilgili farklı sınıflandırmaların olduğu görülmektedir. P21 çerçevesine göre; temel dersler ve 21. yüzyıl temaları, öğrenme ve yenilenme becerileri, yaşam ve kariyer becerileri olarak sınıflandırılmıştır. Engauge'ye göre; dijital çağ okuryazarlığı, yaratıcı düşünme, etkili iletişim ve yüksek üretkenlik olarak sınıflandırılmıştır. ATC21S'ye göre; düşünme yolları, çalışma yolları, çalışma araçları, dünyada yaşam, öğrenme yolları, öğretme yolları olarak sınıflandırılmıştır. OECD'ye göre; araçların interaktif kullanımı, heterojen gruplarla etkileşim ve özerk davranma olarak sınıflandırılmıştır. MEB'e göre; düşünme yolları, çalışma yolları, çalışma araçları ve dünyaya entegrasyon olarak sınıflandırılmıştır. Dünya Ekonomi Forumu'na göre ise; temel okuryazarlık, yeterlilikler ve karakter özellikleri olarak sınıflandırılmıştır. Yapılan 21. yy. sınıflandırmaları incelendiğinde ortak beceriler olarak; okuryazarlık becerisi kazanma, yaratıcılık, iletişim, takım çalışması, iş birliği, eleştirel düşünme, sorumluluk bilinci ve problemleri çözme olarak görülmektedir. Bazı 21. yüzyıl becerileri açıklamaları ile aşağıda yer verilmektedir.

Yaratıcı Düşünme: Yaratıcı düşünme bireylere kazandırılması gereken becerilerden biridir. Çoğu zaman yaratıcı düşünme ve yaratıcılık kavramlarının arasında bir farkın olmadığı düşünülmektedir. Ancak yaratıcı düşünme zihinsel faaliyetleri karşılarken bu kavramdan daha kapsamlı olan yaratıcılık ise zihinsel faaliyetleri kapsamakla birlikte performansa dayalı faaliyetleri de kapsamaktadır (Özerbaş, 2011). Yaratıcı düşünme bazı durumlarda birbirinden bağımsız gibi görünen durumlarda aradaki ilişkiyi görme ve yeni bir bağlantı kurabilme sürecidir (Goodman, 1995). Aynı zamanda yaratıcılık kapsamına dâhil olabilecek her şeyin yeni ya da özgün olmasının dışında toplumun ahlaki değerlerine uygun olması ve değerli olması gerekmektedir (Keleşoğlu, 2017).

İletişim: İletişim, bireyler ve topluluklar arasında yazı, söz, imge, mimik, el, kol hareketleri ve buna benzer araçlar ile duygu ve düşüncelerin aktarımını sağlayan etkileşim sürecidir (Tuncel, 2009). Topluluklar ilk çağlardan itibaren iletişim kurmak için çeşitli araç ve gereçlere ihtiyaç duymuştur. Çünkü insanoğlu her çağda iletişim kurma ihtiyacı duymuştur. İletişimin temelinde; bilgilendirme, haber verme,

yönlendirme, paylaşma, eğlenme ve sohbet etme amaçları yer almaktadır (Özer, 2011).

Problem Çözme: Problem karmaşık, sıkıntı veren ve istenmeyen durum olarak belirtilmektedir (Gögebakan, 2012). Problem çözme ise karşılaşılan bir soruna karşın bireyin hazırbulunuşluğu ve sorun ile ilgili edinmiş olduğu bilgiler doğrultusunda belirlemiş olduğu aşamalarla üstesinden gelme sürecini ifade etmektedir. Problem çözmenin aşamaları; sorunun farkına varma, problemi doğru tanımlama, bilgileri toplama ile çözüm yollarını belirleme ve çözüm yollarını uygulama ardından değerlendirme yapma olarak belirtilir (Kuzgun, 1992).

İş birliği: Aynı amaç ve çıkara sahip bireylerin oluşturmuş olduğu ortak bir amaç ile bireylerin ya da grupların birlikte davranmasına denir (Tuncel, 2009). Bireyin tek başına yapacağı bir görevde iş birliği yapması bireye birçok yönden katkı sağlamaktadır. Bu katkılar bireye iş yükünün azalmasından ziyade; iletişim, sorumluluk, öz güven, bakış açısı gelişimi ve yardımlaşma olarak sayılabilir.

Eleştirel Düşünme: Bireylerin bulundukları çağ ile ilgili gelişmeler ve tartışmaların dışında kalmaması ve katılımcı bireyler olabilmesi için her bireyin sahip olması gereken en önemli özelliklerinden birinin de eleştirel düşünebilme becerisine sahip olmuş olmalarıdır (Tümkiye ve Aybek, 2008). Bireylerin her yönden düşünmesini gerektiren; mantık, araştırma sorgulama ve bunun dışında bireylerin elde ettikleri bilgileri sorgulayarak bir sonuca varma ve farklı perspektiflerle değerlendirmeler yapmalarını sağlayan eleştirel düşünme becerisinin bireylere kazandırılması ve geliştirilmesi için belirli bir zaman gerekmektedir (Dutoğlu ve Tuncel, 2008; Tümkiye, 2011).

21. yüzyıl becerileri; yenilik, yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme, iletişim, bilgi, iş birliği, medya ve teknoloji becerileri, medya okuryazarlığı, yaşam ve kariyer becerileri, öğrenme becerileri, girişkenlik, sosyal beceriler, kendini yöneltme, sorumluluk, üretkenlik ve liderlik gibi becerilerdir (Lai ve Viering, 2012). 21. yüzyıl becerileri; bilgiyi bilmeyi değil bilgiye ulaşmayı ve bilgiyi kullanmayı bununla birlikte farklı kültürlerle saygı ve farklı kültürlerle birlikte bir arada yaşamayı kapsar (Anagün vd., 2016). STEM eğitiminde de bireylere bilgiyi sunmak yerine

onların bilgiye ulaşması beklenir. Dolayısıyla 21. yüzyıl becerileri olan iş birliği, yaratıcılık, iletişim, problem çözme, eleştirel düşünme, sorumluluk ve liderlik gibi sayabileceğimiz birçok beceri aslında STEM eğitiminde kullanılan becerilerdir. STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerileri de kazandırılmış ve bu becerilerin gelişmesine katkı sağlanmış olunur. Ayrıca 21. yüzyıl becerileri gelişen öğrencilerin (Bybee, 2010a; Wells, 2010) STEM alanları ile ilgili ilgi, tutum ve kariyer bilinçlerinde de gelişim görülmektedir (Baran vd., 2015). Literatürde, STEM yaklaşımının 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede (Tunkham vd., 2016; Young vd., 2011) etkili olduğu belirtilmiştir (Akt. Karşlı-Baydere ve Aydın, 2019)

2.9. İlgili Literatür

Bu bölümde, araştırmanın konusu dahilinde çalışmalar incelenmiş ve irdelenmiş olup yurt içinde ve yurt dışında olmak üzere yer verilmiştir.

2.9.1. Yurt içi Literatür

Hacıömeroğlu ve Bulut (2016) tarafından yapılan çalışmada, FeTeMM Öğretimi yönelim ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanarak öğretmen adaylarının bu konu ile ilgili görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Ölçek, 253 sınıf öğretmeni adayına uygulanmıştır. Türkçe'ye uyarlanan ölçek, 31 maddeden oluşmakta ve 7'li likert formatında olup değer, tutum, bilgi ve algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi olarak beş boyut belirlenmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmaların geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılarak ölçeğin sınıf öğretmeni adaylarına uygulanabilecek bir ölçek olduğu sonucuna varılmıştır.

Kırılmazkaya (2017) tarafından yapılan çalışmada, FeTeMM öğretimi yönelim düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilere göre sınıf öğretmeni adaylarının tutum, bilgi, değer, sübjektif ölçüt ile davranış yönelimi boyutları ve algılanan davranış kontrolü boyutları ile ilgili genel olarak olumlu görüş belirtmiş ve öğretmen adaylarının mezun olunan lise, sınıf düzeyi ve cinsiyet türüne göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Acar (2018) tarafından yapılan çalışmada, FeTeMM eğitiminin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri, matematik ve fen bilimleri dersindeki başarılarına etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, Deney I grubu 21 öğrenci, Deney II grubu 25 öğrenci ve Kontrol grubu 22 öğrenci olmak üzere toplamda 68 ilkokul 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda FeTeMM eğitiminin öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini, matematik ve fen bilimleri derslerindeki akademik başarılarını geliştirmede etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deney grubu öğrencilerinin, süreç ile ilgili olarak fen bilimleri ve matematik bilgilerinin artırdığı, keyif aldıkları, meslek olarak mühendisliği seçebileceklerini ve derslerini FeTeMM etkinlikleri ile işlemek istediklerini ifade etmişlerdir.

Akyıldız (2018) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitimi ile fen, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinlikleri ile ilgili öğretmen adaylarının öz yeterlilik düzeylerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, okul öncesi ve sınıf öğretmenliği adaylarından 250 öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmada elde edilen bulgulara göre sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının okul öncesi öğretmenliği bölümüne göre öz yeterlilik düzeylerinin daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. 3 ve 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının; STEM eğitime teşvik, STEM eğitime kişisel yatkınlık, STEM eğitiminde akademik bilgi, STEM öğretimi tasarlama, STEM eğitimi mentörlük yapabilme becerisi ve STEM eğitimi pedagojik ilişkileri ile ilgili almış oldukları puan çeşitlerinin birbirlerine yakın çıkmasından dolayı öz yeterlilik düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca STEM eğitimini alan öğretmen adayları ile STEM eğitimini almayan öğretmen adaylarının öz yeterlilik düzeyleri kıyaslandığı zaman, STEM eğitimini alan öğretmen adaylarının tasarımlarda bulunabileceklerine, kendilerine daha çok güvendiği ve danışmanlık yapabileceği gibi anlamlı farklar ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının öz yeterlilik düzeylerinin yüksek çıkması öğrencilerinin de gelişmesi adına önemli bir öngörü olarak ifade edilmiştir.

Altaş (2018) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitimi dâhilinde hazırlanmış olan ders planlarının mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma

becerilerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 2. sınıfa devam eden 27 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma neticesinde sınıf öğretmeni adaylarının süreç içerisinde mühendislik tasarım süreci basamaklarını kullanma becerilerinde gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bu süreçte 21. yy. becerileri olarak adlandırılan yaşam becerilerinin çoğunda da gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Bozan (2018) tarafından yapılan araştırmada, yapılmış olan STEM uygulamalarının öğretmenlerin mesleki gelişimlerine etkilerini öğrenmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 6 ilkokul sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Bu araştırma sonucunda sınıf öğretmenlerine STEM uygulamalarının mesleki gelişimlerine olumlu katkı sağladığı fakat zaman ve maddi yetersizlik gibi sorunların olduğunu ifade etmişlerdir.

Can ve Uluçınar-Sağır (2018) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin FeTeMM uygulamaları ile ilgili görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 10 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, sınıf öğretmenlerinin çoğunluğu fen öğretim programı hakkında bilgilerinin var olduğu ancak FeTeMM ile ilgili herhangi bir bilgilerinin olmadığını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun derslerini; malzemelerin yetersizliği, sınıf mevcutlarının fazla olması ve ders süresinin kısa olmasından dolayı derslerini soru cevap olarak işlediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin öğrencilerinin yeni ürün tasarlayarak mühendislik becerilerini edinebileceklerini belirtirken öğrencilerin; problem çözme, yaratıcı düşünebilme, bilimsel süreç becerilerini ve disiplinler arası öğrenmelerini geliştirebilmek için FeTeMM yaklaşımına yer verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Sınıf Öğretmenleri FeTeMM ile ilgili eğitim verilmesi gerektiğini ve kendilerini bu konuda yeterli görmediklerini de ifade etmişlerdir.

Ersoy (2018) tarafından yapılan araştırmada, STEM programı uygulayan ilkokul öğretmenlerinin öz yeterlilik inançlarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilkokulda çalışan okulöncesi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliğinden toplamda 56 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen

verilere göre STEM öğretimi ile ilgili deneyimi olanların STEM öğretimi öz yeterlilik inançlarında anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir. Araştırmada yer alan öğretmenlerin STEM öğretiminde öz yeterlilik inançları çok düşük olduğu ve önceden STEM deneyimleri olmayan öğretmenler arasında; yaş, cinsiyet, mezun olunan fakülte ve mesleki tecrübelerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Genek (2018) tarafından yapılan çalışmada, STEM dersini alan öğrencilerinin bir sene boyunca aldıkları bu eğitimin sonrasında farklı değişkenler açısından bilimsel yaratıcılık seviyelerini değerlendirmek ve ölçmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilkokul 2, 3 ve 4. sınıfta öğrenim gören 85 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM eğitimini alan öğrencilerin sınıf kademesi faktörüne, bilimsel yaratıcılık seviyelerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu ve 4. sınıf öğrencilerinin, 3. ve 2. sınıf öğrencilerine göre daha yüksek puanlar aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca STEM eğitiminin bilimsel yaratıcılığa etkisinin olduğu düşünülmektedir. Diğer değişkenler olan; gelecekte seçeceği meslek, cinsiyet, anne-baba mesleği, kardeş sayısı, en başarılı olarak düşündüğü ders ve en sevdiği ders olarak öğrenciler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Karışan ve Bakırcı (2018) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adaylarının FeTeMM öğretim yönelimlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmaya; 1, 2, 3 ve 4. sınıfta öğrenim görmekte olan fen bilimleri, sınıf ve matematik bölümlerinden toplam 521 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilere göre FeTeMM öğretim yönelim ölçek puanlarının bölümlere göre değiştiğini en fazla farkın ise fen bilimleri öğretmen adayları lehine olduğu belirlenmiştir. Ayrıca FeTeMM öğretim yönelim puanlarının fen bilimleri ve sınıf öğretmeni adaylarının, matematik öğretmeni adaylarından daha iyi olduğu sonucu belirlenmiştir.

Kınık-Topalsan (2018) tarafından yapılan araştırmada, mühendislik tasarım sürecine göre geliştirmiş oldukları öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi ve yaşanacak sorunları ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırma, sınıf öğretmenliği bölümünün 3. sınıfında öğrenim gören 45 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmadan elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının problemi tanımlama ile ilgili iyi bir performans sergilemedikleri görülmüştür. Bu durumdan kaynaklı olarak model haline getirme ve yaratıcı çözüm üretmedeki performans ise düşük nitelikte olduğu ortaya çıkmıştır.

Özçakır-Sümen (2018) tarafından yapılan araştırmada, STEM eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının gelişimine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini sınıf eğitimi birinci sınıfında öğrenim gören 46 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, STEM eğitiminin geleneksel yönetime göre öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını ve matematik başarısını anlamlı olarak daha fazla artırdığını ortaya koymuştur. STEM eğitiminin öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerilerini, problem çözme, matematiksel beceri ve yeterliliklerini geliştirmiş olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca STEM alanlarının birbiri ile günlük hayat ve matematik ile bağlantısını bu eğitim sayesinde ilişkilendirmeye başladıklarını, matematik eğitimini eğlenceli ve zevkli hale getirdiğini belirtmişlerdir.

Şen ve Timur (2018) tarafından yapılan araştırmada, FeTeMM öğretimi ile ilgili yönelim ve teknolojiye yönelik tutumlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, sınıf eğitimi, fen bilgisi, bilgisayar öğretimi-teknolojileri ve okul öncesi bölümlerinde öğrenim görmekte olan 533 öğretmen adayı oluşturmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre teknoloji ve FeTeMM öğretimi ile ilgili yönelimlerinin olumlu olduğu ve fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimi yönelimlerinin diğer öğretmenlik bölümlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Teknoloji ile ilgili tutumlarına göre ise bilgisayar öğretimi ve teknolojileri bölümündeki öğretmen adaylarının, diğer öğretmenlik alanlarından olumlu ve daha yüksek tutum gösterdikleri belirlenmiştir.

Yıldırım ve Türk (2018) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 40 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. STEM eğitimi uygulamaları sonucunda elde edilen bulgulara göre; öğretmen adaylarının mühendislik-teknoloji ve STEM eğitime yönelik düşüncelerinin olumlu yönde değiştiği belirlenmiş ve bu

eğitimin okulöncesi ve ilköğretim seviyesinde kullanılmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının, STEM eğitimi sayesinde çocukların; özgüven, merak, yaratıcılık, hayal gücü, empati ve sorumluluk gibi birçok özelliğinin gelişebileceği ile ilgili görüşlerini ifade etmişlerdir.

Aktaş (2019) tarafından yapılan çalışmada, fen laboratuvarında STEM temelli uygulamalar ile fen öğretimi ile ilgili öz yeterlilik inançlarına, sorgulama becerilerine ve STEM farkındalıklarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, deney grubunda 41, kontrol grubunda 50 olmak üzere 91 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilere göre, STEM temelli uygulamaların, sınıf öğretmeni adaylarının fen öğretimi ile ilgili olarak öz yeterlilik inançlarına katkı sağladığı ancak STEM farkındalıklarında ve sorgulama becerilerinde bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Ayrıca deney ve kontrol grupları arasında, STEM farkındalıkları ve fen öğretimine yönelik öz yeterlilik inançlarında son test puanları bakımından anlamlı bir fark olmadığı, sorgulama becerilerinde ise son test puanlarında kontrol grubu lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur.

Asıgıgan (2019) tarafından yapılan çalışmada, oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi, problem çözme becerileri ve içsel motivasyon düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden 26 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimlerinde anlamlı bir fark bulunurken, problem çözme becerilerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca oyunlaştırılmış STEM etkinliklerinin faydalı olduğu, heyecanlı ve eğlenceli bulduklarını belirtirken etkinliklerin sonucunda kazanmış oldukları rozet ve ödüllerin onları motive ettiğini ifade etmişlerdir.

Azgın (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilköğretim öğrencilerinin STEM'e yönelik tutumlarının, STEM kariyer ilgilerinin ve sınıf öğretmenlerinin STEM öğretimine yönelimlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 3 ve 4. sınıf öğrencilerinden 758 öğrenci ve görev yapmakta olan 68 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin cinsiyetleri ile STEM'e yönelik tutumları ve STEM kariyer ilgileri arasında erkek öğrenciler lehine anlamlı düzeyde bir farklılığın

olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin ailelerin aylık gelir düzeyi ve ebeveynlerinin eğitim durumu ile STEM'e yönelik tutumları arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin evlerinde internet bulundurma durumları ile STEM'e yönelik tutumları ve STEM kariyer ilgileri arasında evlerinde internet bağlantısı bulunduran öğrencilere göre anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada sınıf öğretmenlerinin ise entegre STEM eğitimi yönelimine göre sınıf mevcudu boyutunda sınıfında 20-30 öğrenci bulunan sınıf öğretmenleri ile sınıfında 30 öğrenci üzerinde olan sınıf öğretmenlerine göre sınıfında 20-30 öğrenci bulunan sınıf öğretmenleri lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Bircan (2019) tarafından yapılan çalışmada, uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin; matematik başarılarına, 21. yüzyıl becerilerine ve STEM'e yönelik tutumlarına etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 34 ilkokul 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin matematik başarılarını artırmada etkisinin anlamlı olmadığı tespit edilirken, STEM'e yönelik tutumlarına ve 21. yüzyıl becerilerine anlamlı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin STEM eğitimi etkinliklerinin öğretici, eğlenceli ve faydalı olduğunu ifade etmişlerdir. STEM etkinlikleri ile öğrencilerin fen bilimleri, mühendislik, matematik ve teknolojiye yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği bununla birlikte yaratıcılık, iş birliği, iletişim ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini de belirtmişlerdir.

Durmuş (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının laboratuvar dersinde yeterli görme düzeyleri ve problem çözme becerilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 70 sınıf öğretmenliği öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda deney ve kontrol grupları arasında problem çözme becerilerinin farklılaşmadığı görülürken, FeTeMM etkinlikleri ile yürütülen gruptaki öğretmen adaylarının fen öğretmeye yönelik öz yeterliliklerinin olumlu yönde arttığı görülmüştür.

Günbatar ve Bakırcı (2019) tarafından yapılan araştırmada, STEM öğretim düşüncelerini, hesaplamalı düşünme becerisi, cinsiyet, sınıf düzeyi, günlük bilgisayar kullanımı ve internet açısından incelenmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini sınıf öğretmeni adayları ve fen bilgisi öğretmen adaylarından 440 öğretmen adayı

oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilere göre; Beceri ölçeği STEM öğretme ile ilgili önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca STEM öğretme ile ilgili internet kullanımı, günlük ortalama bilgisayar kullanımı, akıllı telefon kullanımı, sınıf düzeyi ve cinsiyet olarak anlamlı farklılığın olmadığını göstermektedir.

İçel (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin zihin özelliklerinin, STEM tutum seviyeleri ve bunların birbiri ile olan ilişkinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Araştırmanın örneklemini ilkokul 4. sınıf öğrencilerinden 537 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin STEM tutumları ve öğrencilerin disiplinli zihin özellikleri arasında pozitif anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin zihin özelliklerinin anne-baba mesleği, baba eğitim düzeyi, cinsiyet değişkenleri açısından anlamlı bir farklılık ortaya çıkarken, STEM tutum seviyelerinde ise sadece bilimsel dergiye abone olma değişkenine göre anlamlı bir farklılık ortaya çıkmıştır.

İmir (2019) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin STEM eğitime yönelik yeterliliklerini ve tutumlarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırma 141 kadın ve 183 erkek olmak üzere toplamda 324 görev yapmakta olan sınıf öğretmeni ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenlerin yeterlilik ve tutumlarında cinsiyet, hizmet yılı ve görev yapmış oldukları yere göre anlamlı bir farklılığın olmadığı ve STEM eğitime yönelik yeterlilik düzeyinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan görüşme sonucunda ise STEM eğitimini ilkokuldan itibaren başlanması gerektiği, bu eğitim ile öğrencilerin bilime karşı olan düşüncelerini olumlu yönde geliştirip anlamlı öğrenmeyi artırdığı yönünde görüşlerini ifade etmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin birçoğu ise STEM eğitimini sınıflarında uygulamak istediklerini ancak bu eğitimi uygulamak için birtakım eksikliklerin olduğunu ifade etmişlerdir. Sınıf öğretmenleri bu eksiklikleri; materyal, hizmet içi eğitim ve zamanın yetersiz olması olarak ifade etmenin yanı sıra, bu eksikliklerden kaynaklı olarak sorunların oluşabileceğini de ifade etmişlerdir.

Karakaya vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin STEM etkinlikleri ile ilgili görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 16 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda STEM

etkinliklerinin öğrencilerin meslek seçimleri, derslerini, iletişim becerilerini etkilediği ve bu etkinliklerin günlük yaşam problemi ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bilgi eksikliği, malzeme ve zaman yetersizliğinden kaynaklı olarak STEM etkinliklerinin gerçekleşmesinde sorunların olduğu belirlenmiştir.

Kavak (2019) tarafından yapılan çalışmada, gerçekleştirilmiş olan STEM uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerileri, fen ve teknoloji tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 4. sınıfta öğrenim gören 42 ilkokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucuna göre STEM uygulamalarının gerçekleştiği grubun, uygulamanın gerçekleştirilmediği gruba göre öğrencilerin problem çözme ve bilimsel süreç becerilerinin, fen ve teknoloji ile ilgili tutumlarının gelişmesinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bir başka sonuca göre öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden; gözlem yapma, deney yapma, çıkarım yapma ve ölçme becerilerini; 21. yüzyıl becerilerinden iletişim, iş birliği, yaratıcılık ve gözlem gibi becerilerinin geliştiği ve öğrenciler etkinlikleri yaparken kendilerini; mühendis, mimar ve bilim insanı gibi hissettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca STEM etkinliklerinin; kalıcı, kolay öğrendikleri ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir.

Kesgin (2019) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının STEM ile ilgili ve bilimin doğasına yönelik görüşlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın örneklemini; fen bilgisi öğretmenliği, okul öncesi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliğinde 3 ve 4. sınıflara devam etmekte olan 499 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının STEM'e yönelik düşüncelerinin olumlu olmasının yanı sıra bilgi eksikliklerinin olduğu ve araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük bir kısmının STEM'in tanımını bilmedikleri belirlenmiştir. Ayrıca bilimin doğası ve STEM farkındalık ölçeğinin arasında düşük düzeyde de olsa pozitif bir ilişkinin olduğu ve bilimin doğasına yönelik öğretmen adaylarının kavram yanılgılarının ve bilgi eksikliklerinin olduğu tespit edilmiştir.

Kırte (2019) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin STEM yaklaşımı ile ilgili yeterlilik, farkındalık ve tutumlarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmaya 194'ü kadın 98'i erkek katılımcı olmak üzere 292 sınıf öğretmeni katılmıştır. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımı ile ilgili tutum, farkındalık, yeterlilik

düzeylerinin mesleki kıdem, cinsiyet, yaş, mezun olunan okul ve cinsiyet değişkenlerine göre anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Sınıf öğretmenlerinin sınıf seviyesi ve yaşa göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Fakat cinsiyet ve mesleki kıdem değişkenlerinin STEM farkındalıklarına göre olumsuz bakış ve 21. yüzyıl öğrenme tutumlarında anlamlı farklılık oluşmuştur. Mesleki kıdem ve mezun olunan okul değişkenlerine göre sınıf öğretmenlerinin matematik öğretimi ile ilgili sonuç ve öz yeterlilik inançlarında anlamlı farklılıklar oluşmuştur. Sonuç olarak, sınıf öğretmenlerinin STEM yaklaşımına yönelik farkındalıkları ile yeterlilik ve tutumları arasındaki ilişkinin zayıf ancak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Koçak vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, FeTeMM öğretimine yönelim seviyelerinin cinsiyet, anabilim dalı ve okumuş oldukları üniversiteye göre değişiklik olup olmadığını incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmenliği anabilim dallarında dördüncü sınıfın da öğrenim gören 516 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimi yönelimlerinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının cinsiyet değişkenine göre ortalama puanlara göre kadınlar lehine anlamlı fark görülürken, okumuş oldukları üniversite değişkenine göre ortalama puanlarına göre sadece bir alt boyut için anlamlı bulunmuştur. Anabilim dallarına göre ise fen bilimleri öğretmen adaylarının diğer bölümlere göre FeTeMM öğretimine yönelimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Merder (2019) tarafından yapılan çalışmada STEM ile ilgili hazırlanmış olan ölçeğin geçerlilik ve güvenirliğini ölçmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, Okul Öncesi, Fen Bilgisi, Kimya, Matematik ve Sınıf Öğretmenliği bölümlerinde 1, 2, 3 ve 4. sınıflarda öğrenim görmekte olan 598 öğretmen adayı ile yapılmış olan verilerden uygun olan 575 veri kullanılmıştır. Araştırma ile ilgili öncelikle makaleler taranarak 33 maddelik bir havuz oluşturulmuş ve uzman kişilerden yardım alınıp madde sayısı 32'ye indirilip ölçeğin yapı geçerliliğine bakılarak beş faktörlü bir ölçek elde edilmiştir. Analizler ve gerekli düzenlemeler yapılarak beşli likert tipinde ve 5 faktörlü 29 maddelik bir ölçek elde edilmiş ayrıca 29 maddelik ölçeğe yapılan

analiz ile yapı geçerliliğın doğrulandığı ve Cronbach Alpha güvenirlık katsayısı uygun bir değır göstererek güvenilir ve geçerli bir ölçek olduğı sonucuna varılmıştır.

Mert (2019) tarafından yapılan araştırmada, STEM eğitime yönelik tutumlarını belirlemek ve geliştirilmiş olan ölçeğe göre STEM'e yönelik tutumların farklı değişkenlere karşın değışikliği belirlenmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini farklı iki üniversitede eğitim gören 330 sınıf öğretmeni adayını oluşturmaktadır. Bu araştırma sonucunda elde edilen verilere göre sınıf öğretmeni adaylarının cinsiyete göre, STEM alanlarından fen ve mühendislik alanıyla, mezun olmuş oldukları okul türüne göre STEM alanlarından matematik alanıyla, eleştirel ve problem çözme olarak anlamlı bir fark görölmüştür. Ayrıca sınıf düzeyine göre STEM de problem çözme ile eğilimde anlamlı bir fark görölür iken STEM alanları olan fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarında da anlamlı bir fark görölmüştür.

Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2019) tarafından yapılan araştırmada, STEM proje tabanlı öğrenme etkinlikleri sonucunda öğretmen adaylarının üretmiş oldukları matematik projeleri incelenmiştir. Araştırmanın örneklemini sınıf eğitimi birinci sınıfta öğrenim gören 23 öğretmen adayını oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre sınıf öğretmeni adaylarının çoğunlukla “yeterli” seviyede projeler gerçekleştirmiş oldukları görölmüştür.

Özdemir (2019) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin FeTeMM eğitiminin uygulamaları ile ilgili görüşlerini ve FeTeMM farkındalık seviyelerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 197 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucuna göre sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıklarının mezun olunan fakölte türüne, cinsiyet ve mesleki kıdeme göre farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacı tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan görüşmeler sonucunda sınıf öğretmenlerinin FeTeMM eğitimi uygulamaları ile ilgili olumlu görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir.

Seren (2019) tarafından yapılan çalışmada öğrenciler için STEM etkinlikleri tasarlamak ve üç boyutlu olan teknolojilerin eğitim alanına entegrasyonunu

sağlayacak örnek bir çalışma yapılması amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini üstün yetenekli öğrencilerden 4 ve 5. sınıfa devam eden 10 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM uygulamalarında üç boyutlu teknolojilerin kullanımının üstün yetenekli öğrencilerde olumlu katkı sağlayacağı ve bu etkinliklerin yaygınlaştırması ve geliştirilmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Süldür (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, önceden STEM eğitimi almamış olan 30 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda sınıf öğretmenlerinin genel olarak STEM eğitime yönelik olumlu düşünceye sahip olduğu ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştireceği, motivasyonun arttıracığı, yaratıcılığın ve bilime yönelik tutumların geliştireceği ve anlamlı öğrenmeyi sağlayacağı ile ilgili birçok faydasının olacağı ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Öğretmenlerin birçoğu STEM eğitiminin temel kademedan itibaren başlanması gerektiği ve STEM eğitimi uygulamak istediklerine yönelik görüşleri ifade etmiş ancak uygulama ile ilgili eksiklikler olarak; hizmet içi eğitim eksikliği, zaman yetersizliği, branş hocaları ile çalışamama ve malzemeden kaynaklı eksiklik, bilgi eksikliği, yaşanabilecek disiplin sorunları ve uygulamada sorun oluşturacağına yönelik görüş bildirmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin disiplinler arası eğitimin önemini daha iyi anlama, mühendislik alanı, teknolojiye yönelik bakış açılarında ve bilime yönelik tutumlarında değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

Uştu (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenler ile birlikte STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini; beşi ilkokul dördüncü sınıf öğretmeni, biri katılımcı araştırmacı ve ikisini değerlendirci öğretmen olmak üzere toplamda sekiz sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre, ilkokul düzeyine uygun beş bütünleşik STEAM etkinliği planı elde edilmiştir. Tüm öğretmenlerin etkinlikler de uygulanması, planlanması, mühendislik ve teknoloji disiplinlerinde problem yaşadıkları ancak matematik, fen ve sanat alanında bir sorun yaşamadıkları belirlenmiştir. İlkokullarda STEM'e ek olarak sanat boyutu olan A disiplini ile bütünleştirilmesi ile STEAM (Science (Fen), Technology (Teknoloji),

Engineering (Mühendislik), Art (Sanat), Mathematics (Matematik))’ın olması gerektiği ve etkinliklere faydası olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin etkinliklerde kullanmış oldukları modellerin de ilkökul düzeyinde faydalı ve gerekli olduğu yapılan uygulamalar sonucunda elde edilmiş ve öğretmenlerin ilkökul öğretmeni olmaları sebebi ile öğrencilerine uyarılama noktasında deneyim kazandıkları, katkısının olduğu, süreçte nelere ihtiyaç olduğu ve zorlukları da belirlenmiştir.

Uzunyol (2019) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin FeTeMM eğitim açısına yönelik bakış açılarını değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, ilkökul, ortaokul ve lise öğretmeni olmak üzere toplamda 271 görev yapmakta olan öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre; okul türü, yaş, kıdem, cinsiyet, gelir durumu ve branş değişkenleri ile öğretmenlerin FeTeMM eğitime yönelik bakış açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır.

Yıldız-Kaya (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin STEM tutum seviyelerini ortaya koymak ve farklı değişkenlere göre incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 3 ve 4. sınıfa devam eden 344 ilkökul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin STEM tutumlarında matematik ve fen alanlarında en yüksek, mühendislik alanında ise en düşük tutuma sahip olduğu ve STEM tutumlarında cinsiyet faktörüne göre farklılık göstermemesine rağmen STEM tutumu sınıf düzeyi faktörüne göre farklılık göstermekte ve 4. sınıf öğrencilerinin puanlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin evlerinde ayrı çalışma odası olma durumu STEM puanında farklılık göstermekte ve ayrı çalışma odası olan öğrencilerin puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin tablet ve bilgisayar gibi cihazlara sahip olmasının STEM tutum puanları arasında ve anne-babasının eğitim düzeylerine göre STEM tutum puanlarında farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin STEM düzeyleri ile bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerileri arasında düşük düzey olmasına karşı anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Zengin ve Uğraş (2019) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili üretmiş oldukları metaforlar sayesinde bu disiplinlere olan algılarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın

örneklemini, 64'ü kadın ve 50'si erkek olmak üzere toplam 114 sınıf öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; bu dört disiplin ile ilgili öğretmen adayları metaforlar geliştirmişlerdir. Fen disiplini ile ilgili en fazla kullanmış oldukları metaforlar; laboratuvar, bilimsel kurgu ve anlaşılması zor kavramlar olarak belirtirken, Teknoloji disiplini ile ilgili en fazla kullanmış oldukları metaforları; kolaylık, tembellik, yenilik ve gelişim olarak belirtmişlerdir. Ayrıca mühendislik disiplini ile ilgili en fazla kullanmış oldukları metaforlar; matematik, makine, inşaat, çok çalışmak ve yaratıcılık-tasarım olarak ifade ederken, matematik disiplini ile ilgili en fazla kullanmış oldukları metaforları; eğlence, mantık, işlem, sayı yığını ve zorluk olarak ifade etmişlerdir.

Akkoyun (2020) tarafından yapılan araştırmada, STEM eğitimi almış olan sınıf öğretmenlerinin STEM ders etkinlikleri hakkında görüşlerini almak ve fen bilimleri öğretiminde yaşamış oldukları kaygı düzeylerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmaya 250 sınıf öğretmeni katılmıştır. Ayrıca 10 sınıf öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Araştırmada elde edilen verilere göre öğretmenlerinin fen öğretme ile ilgili kaygılarının yüksek olduğu belirlenmiştir. Sınıf öğretmenlerinin kaygı düzeylerinin cinsiyete göre anlamlı bir farklılığın olduğu ve kadın öğretmenlerin erkek öğretmenlere göre daha kaygılı olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan görüşmelere göre ise, öğretmenlerin müfredatı zamanında yetiştirememeye kaygılarının olduğu ve bunun sebebinin ise fen dersleri ile birlikte devamlılık sağlanan STEM uygulamaları için ayrılmış olan süreden dolayı olduğu belirlenmiştir.

Altun (2020) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili tutumlarını ve farkındalıklarını belirlemek ve bunlar arasındaki ilişkiyi saptamak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 401 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Ancak öğretmenlere gönderilen ölçekleri uygun olan 190 öçek değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin STEM eğitimi ile tutumlarında “Kararsızım” düzeyinde olduğu görülürken STEM eğitimi farkındalık düzeylerinin ise “Katılıyorum” olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin STEM eğitime yönelik tutumlarının ve farkındalık düzeylerinin mesleki kıdem faktörü ile anlamlı

bir ilişkinin olduğu ancak cinsiyet faktörü ile anlamlı bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik farkındalık düzeyleri ve tutum düzeylerinin birbirleri ile pozitif bir ilişki olduğu ancak öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik farkındalık düzeyleri artıkça tutum alt boyutlarından anlamlılık düzeyinin arttığı buna karşın yapılabirlik alt boyutuna ilişkin tutumlarının düştüğü tespit edilmiştir.

Anagün vd. (2020) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin probleme dayalı STEM uygulamalarında süreç içerisinde hangi becerileri kullandıkları ve bu uygulamaları nasıl tecrübe ettiklerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 41 sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmen adaylarına sunulan mühendislik tasarım görevinde ya disiplinler arası beceriler olan bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık, yaşam becerileri ve takım çalışması gibi beceriler kullandıkları ya da mühendislik tasarım basamaklarını kullandıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına sunulmuş olan konu ile yapılmış olan STEM etkinliklerinin öğrencilere kazandırılması amaçlanan becerilerin öğretmen adayları tarafından görme fırsatı sağlamıştır.

Atalay (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin FeTeMM uygulamaları ile ilgili görüşlerini incelemek ve FeTeMM öğretime yönelimlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 344 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Örneklem içerisinde 24 sınıf öğretmeni ile ayrıca görüşmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin FeTeMM öğretime yönelimlerinin algılanan davranış kontrolü, bilgi, değer, tutum, davranış yönelimi ve sübjektif ölçüt alt boyutlarında olumlu olduğu ve öğretmenlerin FeTeMM yönelimlerinin mezun olunan bölüm ve cinsiyet değişkenine göre istatistiksel anlamda farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca nitel verilerden elde edilen sonuçlara göre, öğretmenlerin, FeTeMM konusunda eğitim almadıkları, FeTeMM'i duydukları ve tanımını yapabildikleri, FeTeMM alanındaki mesleki olan yeterliliklerinin bazılarının yeterli olduğu ancak uygulamada zorlandıkları ve uygulamada maliyet, malzeme, grup çalışması ve sürenin yetersiz olduğu fakat öğrencilerin el becerilerinin geliştirebileceğine yönelik düşüncelerinin olduğu belirlenmiştir.

Boyraz ve Bilican (2020) tarafından yapılan araştırmada öğretmenlerin FeTeMM yaklaşımı ile ilgili görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini farklı ilkokullarda görev yapmakta olan 10 kadın ve 5 erkek olmak üzere toplamda 15 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenlerin FeTeMM kavramını daha önce hiç duymadıklarını ve bundan dolayı FeTeMM'in tanımını yapamadıkları tespit edilmiştir. Öğretmenlere farklı FeTeMM tanımları yapıldığı zaman FeTeMM ile ilgili olarak fen ve matematik ile birlikte olduğu ve deney olarak anlamış olduklarını belirtirken bu eğitimin öğretmenler açısından düşünmelerine katkı sağlayacağı öğrenciler açısından ise güven, işbirlikli ve takım çalışması, el becerilerinin gelişmesi ve üretken olabilme gibi birçok yönden gelişebileceklerini ifade etmişlerdir.

Çınar ve Kereci (2020) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri dersine entegrasyonu ile ilgili düşüncelerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini görev yapmakta olan 16 sınıf öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarımı yöntemi ile ilgili bilgilerinin yetersiz olduğu ve mühendislik tasarım yöntemini öğretim yöntemi olarak algılamadıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmenlerin mühendislik tasarımına bağlı olarak fen etkinlikleri hazırlamayı istediklerini ve bununla ilgili bilgi sahibi olmak için hizmet içi eğitimlere katılmaya gönüllü olduklarını ifade etmişlerdir.

Değirmenci (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarında karşılaşmış oldukları sorunların nedenlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini okul öncesi, teknoloji tasarım, sınıf, ilköğretim matematik, İngilizce, fen bilgisi, bilişim teknolojileri ve Türkçe öğretmenliği olmak üzere toplamda 122 öğretmenden oluşmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin STEM uygulamalarında öz yeterliliklerinin ortalamanın üzerinde olduğu ve bu yeterliliklerin öğretmenlik görev sürelerine ve cinsiyete göre anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak öğretmenlerin; branş, eğitim düzeyleri ve almış oldukları STEM eğitimi sayılarına göre anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Öğretmenlerin almış oldukları STEM eğitimi ile öğrencilere rehberlik etme ile teknoloji ve mühendislik alanında kendilerini kısmen yeterli gördükleri ve STEM

uygulamalarını planlama aşamasında öğretmenlerin yeterli görmedikleri konunun mühendislik sürecini yönetme olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca aldıkları STEM eğitiminin yetersiz olduğu ve bu yetersizliklerin en önemlisi ise STEM eğitiminde teorik olarak ağır basması ve uygulamanın az olması olarak ifade etmişlerdir. STEM uygulamalarında mühendisliğin ve teknolojinin kullanımı ile ilgili en önemli sorunun ekonomik kaynaklı olarak teknolojik malzemelerin alımının yapılamaması ve bunu yanı sıra teknik alt yapı ve donanımın yeterli olmadığını ifade etmişlerdir.

Dönmez (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının robotik kodlama eğitimi sonrasında STEM'e yönelik tutumları, STEM farkındalıkları ve fen öğretimi öz yeterliliklerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 25 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda verilen robotik kodlama eğitiminin öğretmen adaylarının STEM'e yönelik tutumları, STEM farkındalıkları ve fen öğretimi öz yeterliliklerine inançları üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca anabilim dalı, sınıf düzeyi ve cinsiyet değişkenlerine göre STEM tutum, STEM farkındalık ve fen öğretimi inanç düzeylerinde farklılık gözlenmemiştir.

Hacıoğlu ve Başpınar (2020) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitimi ile ilgili öğretmen ve öğrencilerin süreç içerisinde deneyimlerini paylaşarak ve STEM eğitimi ile ilgili kendini geliştirmek isteyen öğretmen ve araştırmacılara örnek bir uygulama sunma amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 1 sınıf öğretmeni ve 26 üçüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen görüşme verilerine göre öğretmenin STEM eğitimi uygulanması ile ilgili endişelerinin azaldığı, mesleki gelişimine katkı sağladığı ve süreçte öğrenci ile birlikte eğlendiği, öğrencilerin anlatılan duyu organları konusunu anladığını belirtmiştir. Ayrıca öğretmen ve öğrenciler süreç ile ilgili olumlu görüş bildirmişlerdir.

Öztürk (2020) tarafından yapılan çalışmada, STEM etkinliklerinin akademik başarıya etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, dördüncü sınıf öğrencilerden deney grubu öğrencileri 25, kontrol grubu öğrencileri 23 olmak üzere 48 öğrenci oluşturmaktadır. Deney grubunda STEM etkinlikleri ile süreç devam ederken kontrol grubunda ise mevcut program uygulanmıştır. Araştırma sonucunda

akademik başarıyı artırmada deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

Mumcuoğlu-Topaloğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin STEM çalışmaları uygulamasına yönelik öğretmen görüşlerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretimde görev yapan bilişim teknolojileri, matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinden STEM çalışmaları yapmış olan 20 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenlerin STEM uygulamasında malzemelerin sağlanması, zamanın planlanması ve almış oldukları eğitimlerin yeterli olabilmesi için geliştirme yapmaya gereksinim duydukları yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca STEM uygulamasında öğretmenler yaşadıkları sorunların önüne geçtiklerini belirtirken, ürünlerini oluştururken basamakların gecikmesine ve bu sebeple uygulamanın yetişmemesine neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Şahiner (2020) tarafından yapılan araştırmada, FeTeMM'i mühendislik tasarım süreci etkinlikleri ile FeTeMM farkındalıklarını, mühendislik algılarını geliştirmeyi ve uygulama bitiminden sonra sınıf öğretmeni adaylarından yapılan etkinlikler ile ilgili düşüncelerini almak amaçlanmıştır. Araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılının güz döneminde sınıf eğitimi 2. sınıfında öğrenim göre 28 kız ve 11 erkek olmak üzere toplamda 39 öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma sonucunda elde edilen verilen göre FeTeMM'in öğrenciye yönelik etkisi, derse yönelik etkisi ve öğretmene yönelik etkisi alt boyutlarında olumlu bir değişim gözlemlenmiştir. BMÇT (Bir Mühendis Çiz Testi)'nin son uygulamasında kadın mühendis çizen öğretmen sayısı artmış ve mühendislerin sahip olması gereken özellikler ile ilgili öğretmen adayları bu yönde artan görüşlerini ifade etmişlerdir.

Tekin (2020) tarafından yapılan çalışmada, STEM eğitiminin meslek tercihine ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 26 ilköğretim dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin eleştirel düşüncelerinde ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ve meslek seçimlerinde STEM mesleklerine olumlu olarak yönelimlerinde değişiklik olduğu ayrıca nitel verilerinde bu sonuçları destekleyen düşüncelerin olduğu tespit edilmiştir.

Yaşlık (2020) tarafından yapılan çalışmada uygulanmakta ve geliştirilecek STEM etkinliklerinin ilgi çekici olması bunun yanı sıra bu etkinliklerin MEB'in belirlemiş olduğu amaçlara göre devam ettirilmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın örneklemini 16'ı kız öğrenci 18'i erkek öğrenci olmak üzere toplamda 34 ilkokul 2. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilere STEM etkinliklerinin uygulanması işbirlikli ve problem çözme becerilerine katkı sağladığı, derste uygulanan etkinliklerin dersin amaçlarına uygun olması, STEM etkinlikleri için zamanın uygun olması ve STEM etkinliklerinin öğretmen ve öğrenciler tarafından eğlenceli bulunduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yetgin (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin STEM eğitime yönelik tutumları ve öğrenme anlayışları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 460 ilkokul 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda öğrencilerin öğrenme ile ilgili anlayışları incelendiğinde “sosyal beceri olarak öğrenme”, “bilgiyi kazanma ve kullanma olarak öğrenme” ve “kişisel değişim olarak öğrenme” olarak öğrencilerin öğrenmeye yönelik anlayışlarının üst düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarında ise teknoloji, matematik ve fen bilimlerine yönelik tutumlarının üst düzeyde mühendislik alanına yönelik tutumlarının ise orta düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca “sosyal beceri olarak öğrenme”, “bilgiyi kazanma ve kullanma olarak öğrenme” ve “kişisel değişim olarak öğrenme” değişkenlerinin beraber STEM'e yönelik tutumlarındaki değişimin %31'ini tanımladıkları ve STEM'e yönelik tutumları üzerinde anlamlı yordayıcılar olduğu tespit edilmiştir.

Yıldırım (2020) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin STEM eğitimi ile ilgili mesleki gelişimlerini sağlama ve öğretim modeli önerisinde bulunma amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini; okul öncesi, teknoloji-tasarım, matematik, fen bilimleri, bilişim teknolojileri ve sınıf öğretmenliği olarak farklı branşlarda öğretmenlik yapan 40 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilere göre doküman analizi sonucunda modelin 8 aşamadan oluştuğu bulunmuştur. Görüşme sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenler; STEM eğitimi ile ilgili lisans eğitimlerinin yeterli olmadığı, ders planı hazırlanırken güçlük çektikleri, STEM eğitimi ile ilgili kendilerini yeterli hissetmedikleri, STEM okuryazarı

olmadıkları ve STEM eğitiminde sorunlar yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ders planı inceleme sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenlerin hazırlamış oldukları ders planlarını STEM'e entegre etmede zorlandıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre STEM öğretmen enstitüsü eğitim modeli hazırlanmıştır.

Yıldırım (2020) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimine ilişkin öz yeterliliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini biyoloji öğretmenliği, fizik öğretmenliği, kimya öğretmenliği, bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi, ortaöğretim matematik öğretmenliği, fen bilgisi öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği olmak üzere toplamda son sınıfta öğrenim gören 200 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre FeTeMM ile uygulamalar sonucunda FeTeMM farkındalığı, teknoloji kullanımı ve mühendislik tasarım süreci ile ilgili bilgileri etkilediği belirlenmiştir. FeTeMM farkındalığı ile ilgisinin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterdiği ve öğretmen adaylarının öğrenim görmüş oldukları bölümlerin, mühendislik tasarım süreçlerine ve mühendislik ile ilgili sahip olmuş oldukları algıları etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca not ortalamaları farklı olan öğretmen adaylarının FeTeMM'e ilgilerine ve farkındalıklarına yönelik düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Yurt içi yapılan çalışmalar incelendiğinde örneklem gruplarını daha çok sınıf öğretmeni adayları (Altaş, 2018; Anagün vd., 2020; Durmuş, 2019; Karışan ve Bakırcı, 2018;), ilkokul öğrencileri (Asıgıgan, 2019; Bircan, 2019; Genek, 2018) ve sınıf öğretmenleri (İmir, 2019; Kırt, 2019) oluşturmaktadır. Yöntem olarak en çok nicel araştırma yöntemi (Aktaş, 2019; Altun, 2020; Ersoy, 2018; Yetkin 2020) kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak; en fazla ölçeklerin kullanıldığı, bu ölçekler genel olarak STEM öğretimi yönelim ölçeği (Karışan ve Bakırcı, 2018; Şen ve Timur, 2018), tutum ölçeği (Bircan, 2019; Kavak, 2019), öz yeterlilik ölçeği (Akyıldız, 2018; Durmuş, 2019) ve problem çözme beceri ölçeğidir (Acar, 2018; Asıgıgan, 2019). Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşme (Bozan, 2018; Dönmez, 2020; Kesgin, 2019; Uştı, 2019;) ve başarı testleri (Acar, 2018; Özçakır-Sümen, 2018; Öztürk, 2020) de tercih edilenler arasındadır. Yarı yapılandırılmış görüşme, ölçeklerden sonra en fazla tercih edilen ölçme araçlarındandır. Bunun sebebi ise;

STEM'e yönelik görüşleri ortaya koyma ve gelecekte daha iyi bir STEM eğitimi verebilmek için programda yer alan eksiklikleri belirleme ve STEM eğitimini iyileştirme çalışmalarına yön göstermesi sebebi ile yapılmış olduğu düşünülmektedir.

Araştırmaların sonuçlarına genel olarak bakıldığında; STEM'e yönelik; eğlenceli olduğu (Bircan, 2019; Kavak, 2019; Yaşlık, 2020), başarıyı artırdığı (Acar, 2018; Özçakır-Sümen, 2018; Öztürk, 2020), becerileri geliştirdiği (Altaş, 2018; Kavak, 2019) ve genel olarak olumlu olduğu (Boyraz ve Bilican, 2020; Kesgin, 2019; Özdemir, 2019; Süldür, 2019), belirtilirken bu görüşlerin yanı sıra, STEM eğitiminin uygulamasında maliyet sıkıntısının yaşandığı (Atalay, 2020; Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Değirmenci, 2020; Karakaya vd., 2019), etkinlikleri gerçekleştirmede sorunlar yaşadıklarını (Karakay vd., 2019; Değirmenci, 2020; Yıldırım, 2020) ve hizmet içi eğitime ihtiyaç duyduklarını(İmir, 2019; Çınar ve Kereci, 2020) ifade etmişlerdir.

2.9.2. Yurt dışı Literatür

Gwon- Suk ve Sun Young (2012) tarafından yapılan çalışmada fene yönelik STEAM programının öğrencilerin bilimsel tutumları ve yaratıcı problem çözmelerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilkokul dördüncü sınıfta öğrenim görmekte olan üstün yetenekli öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEAM programının uygulandığı deney grubunda yaratıcı problem çözme becerilerinin kontrol grubuna göre anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin bilimsel tutumlarında deney grubunun tutumları kontrol grubuna göre daha yüksek olmasına rağmen anlamlı bir farklılığın olmadığı ve STEAM programını değerlendirme anketine göre deney grubu öğrencilerinin olumlu görüş bildikleri ve derse yönelik memnuniyetlerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Stohlmann vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, entegre STEM modelleme etkinliğinde kavramsal konu içerik bilgisini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır. STEM modelleme etkinliği STEM müfredatının beş özelliğine dayanmaktadır. Bunlar; gerçekçi bağlamlar, matematik ve fen içeriğine odaklanma, teknolojinin entegrasyonu, öğrenci merkezli eğitim ve mühendislik tasarım sürecinden

oluşmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmen adaylarının gerçekçi, sembolik, dil ve somut boyutlarında gelişmiş bir anlayış sergiledikleri ancak tüm gruplarda resimsel temsilin anlaşılmadığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak sunulmuş olan entegre STEM eğitim modelleme çerçevesi STEM kavramlarını öğretmek ve sınıf öğretmeni adaylarının gelecekteki öğrencilerine daha iyi matematik öğretilmeleri için hazırlanabilecek yararlı bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır.

Goodnough vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada, STEM öğretimi ve öğrenimi ile ilgili olarak geliştirmeye yönelik bir projeye katılan öğretmenlerin algılarını rapor etmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretim öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre öğretmenler fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminde etkili mesleki gelişim özellikleri ile ilgili algılarını ve etkili mesleki gelişim için gerekli desteklerin ve iş birliğine dayalı bir araştırma ile STEM eğitimindeki başarıları ve kısıtlamaları ifade etmişlerdir.

Talbot (2014) tarafından yapılan çalışmada okul dışında yapılan programların öğrencilerin FeTeMM'e yönelik tutumlarının üzerinde bilgi kazanımı, kalıcılık ve cinsiyete göre etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 3-6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin FeTeMM alanlarındaki bilgi kazanımının cinsiyet faktörüne göre denk seviyede olduğu görülürken tutumlarında ise erkek öğrencilerin ilgilerinde azalma gözlemlenirken kız öğrencilerin tutumlarında ise değişim görülmediği tespit edilmiştir.

Thomas (2014) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin entegre STEM eğitime olan duyarlılıklarını incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretim öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre yapılan ilk görüşmede ilköğretimde tüm ilköğretim öğretmenlerinin entegre STEM eğitime olumlu baktıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca ilköğretimde entegre STEM eğitimi ile ilgili yeni öğretmenlerin tecrübeli öğretmenlere göre önemli ölçüde olumlu tutuma sahip oldukları, orta sınıf öğretmenlerinin ilköğretim öğretmenlerine göre anlamlı düzeyde daha olumlu tutuma sahip olduğu ve genel eğitim öğretmenlerinin özel eğitim öğretmenlerine göre daha anlamlı tutum ve davranışa sahip olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Alumbaugh (2015) tarafından yapılan çalışmada STEM ile ilgili algılarına ulaşmak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini; mesleki STEM kuruluşlarında çalışan üç lider STEM ilkokullarından dört müdür ve altı öğretmenden oluşmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM kuruluşundaki liderlerin STEM eğitime ilişkin algıları olumlu olmakla birlikte her lider STEM eğitimini ilköğretim kademesinde olması gerektiğini savunmaktadır. Ayrıca öğretmenler ve müdürlerin de STEM eğitiminin öğrencilerin başarısını arttırdığı ve öğrenci katılımını sağladığına yönelik fikirler sunmuşlardır.

Lamberg ve Trzynadlowsk (2015) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin sınıflarında STEM'i nasıl kavramsallaştırdığını ve uyguladığını araştırmak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini üç STEM akademi okulundan 7 ilköğretim öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğretmenlerin çoğunluğunun STEM eğitiminin STEM konu alanlarıyla bütünleştirme olarak ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden ikisi STEM'i fen etkinliklerini içeren “uygulamalı” olarak tanımlamışlardır. Ayrıca her STEM okulundaki öğretmenlerin STEM'i farklı şekillerde uyguladığı ve yorumladığı belirlenmiştir. Öğretmenlerin erişebildikleri kaynaklara göre STEM'i uyguladığı ve yorumladığı tespit edilmiştir.

Rehmat (2015) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi, probleme dayalı öğrenme ile ilgili bilgileri ve STEM'e yönelik tutumlarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 96 ilkokul 4. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda deney grubunda yer alan öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu ve STEM'e yönelik tutumlarının her iki grupta da olumlu tutum sergilediği görülürken deney grubundaki öğrencilerin daha fazla olumlu tutum sergilediği görülmüştür.

Khanlari (2016) tarafından yapılan araştırmada öğretmenlerin robotik kullanımları ile alakalı öğrencilerin hayat boyu öğrenme becerileri üzerindeki etkileri ile ilgili algılarını inceleyerek literatüre katkıda bulunma ve öğretmenlerin robotik kullanımı önündeki engeller ve ihtiyaç duyulan desteği daha iyi anlama amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini on bir ilkokul öğretmeni oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen verilere göre robot ile ilgili öğretmenler tarafından öğrencilere hayat boyu öğrenme becerileri üzerinde olumlu etkileri olduğu

belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada yer alan katılımcılar, robotik teknoloji öğretiminin uygulama önündeki bazı engelleri belirtip ve ihtiyaç duyulacak desteği ifade etmişlerdir.

Smyrnova-Trybulska vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul eğitiminde robotik biliminin temellerini öğretmek ve modern eğitimin ihtiyaçlarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemi 91 ilkokul öğretmeni ve ilkokul öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda katılımcıların %50'sinden fazlasının STEM eğitiminin önemli olduğunu ayrıca bu eğitimi ilköğretim düzeyinde atölye çalışmaları ve diğer etkinliklerde tanıtmanın gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Kurup vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, ilkokul öğretmen adaylarının ilkokuldaki STEM konularını ne ölçüde öğretmeye hazır olduklarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 119 ilkokul öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının STEM'in müfredatta olması gerektiği fakat profesyonel hazırlık ve geliştirme olmadan STEM'i öğretmede kendilerini yeterli görmediklerini ifade etmişlerdir.

Master vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada kız öğrencilerin STEM alanlarından olan teknolojiye yönelik ilgi ve yeterliliklerde erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha iyi olması düşüncesine karşın kızların STEM motivasyonlarını geliştirmek ve bu kabul edilmiş olan düşüncüyü test etmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 96 ilkokul birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda deney grubunda yer alan kız öğrencilerinin kontrol grubunda yer alan kız öğrencilerine karşın teknolojiye olan ilgilerinin ve öz yeterliliklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre teknolojiye yönelik ilgi ve yeterliliklerinin yüksek olduğu düşüncesine karşın bu çalışmada cinsiyet farklılığının görülmediği tespit edilmiş ve mevcut düşünceye yönelik kız öğrencilere teknolojik çalışmalarda deneyim sağlamanın yararlı olduğunu göstermektedir.

Rich vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, ilkokul öğretmenlerinin bilgisayar ve mühendislik öğretimi ile ilgili öz yeterliliklerini ve inançlarını ortaya

koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, bir ilkokulun tüm birimlerindeki öğretmenlerin bilgisayar ve mühendislik alanlarında bir yıl süren haftalık mesleki gelişim etkinliklerine katılım sağlamışlardır. Araştırmadan elde edilen verilere göre iki okul arasında mühendislik ve bilgisayara olan öz yeterlilik inançlarının yüksek bir ihtimalle mesleki gelişimden etkilendiği belirlenmiştir. Öğretmen ile yapılan görüşmelerde ise öz yeterlilik ve inançlarındaki değişimin almış oldukları eğitimlerden etkilendiği belirlenmiştir. Öğretmenlerin tamamı bilgisayar ve mühendisliğin önemli olduğunu söylemiş olmalarına rağmen bunu öğretmek için öz yeterliliklerinin çok farklı olduğunu ifade etmişlerdir. Öz yeterliliklerdeki farklılığın ise öğretmenlerin seviye düzeylerine ve geçmişlerine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bakırcı ve Karışan (2018) tarafından yapılan araştırmada öğretmen adaylarının STEM farkındalığını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 371'i kadın ve 187'si erkek olmak üzere toplamda 558 sınıf eğitimi, fen bilimleri ve matematik ana bilim dallarında öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre bölüm ve cinsiyet olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak farklı bölümlerde öğrenim gören öğretmen adayları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmen adaylarından fen bilgisi öğretmen adayları ile sınıf eğitimi adaylarının STEM farkındalık puanlarının benzer ortalama değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Bogusevski vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada doğada var olan su döngüsünün 3D bilgisayar tabanlı simülasyon deneyleri kullanılarak öğrencilerin kullanılabilirliği ve deneyimlerini değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 58 ilkokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrenciye sunulmuş olan konuların öğrenilmesi eğlenceli ve faydalı olduğu belirlenmiştir.

Demir-Başaran ve Temircan (2018) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adaylarının STEM öğretim yönelimlerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 223 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre bölüm, cinsiyet, bölge değişkenleri ve sınıf ortalaması açısından kontrol ve davranış tutum alt boyutlarında ise değer, tutum, öznellik, bilgi ve algılanmış olan davranış yönünden anlamlı bir farklılığın olduğu ortaya çıkmıştır.

Hacıömeroğlu (2018) tarafından yapılan araştırmada, öğretmenlerin FeTeMM öğretimi yönelim düzeylerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 401 sınıf öğretmeni adayları oluşturmaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM öğretimi yönelim düzeylerinin olumlu olduğunu ve belirlenen alt boyutlara göre de olumlu görüş bildirdikleri belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre; değer, tutum, bilgi, davranış yönelimi ve algılanan davranış kontrolü alt boyutlarına göre anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak subjektif ölçüt alt boyutunda ortalama puanlar arasında erkek öğretmen adayları lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Öğrenim gördüğü okul değişkenine göre, öğretmen adaylarının sadece bilgi alt boyutunda ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılığın olduğu ve diğer alt boyutlarda anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Sınıf düzeyi değişkenine göre ise öğretmen adaylarının davranış yönelimi ve algılanan davranış kontrolü alt boyutlarında anlamlı bir farklılığın olduğu diğer alt boyutlarda anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Keith (2018) tarafından yapılan araştırmada, Projeye Rehberlik yolu (PLTW) ile entegre fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birinci sınıf müfredatına uygulanması araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini bölgede tüm birinci sınıf öğretmenleri oluşturmaktadır. Araştırma sonucuna göre; öğretmenlerin fen öğretme yetenekleri hakkında görüşlerine göre; öğretmenlerin fen bilgisi müfredatını uygulama konusunda göreceli de olsa kendinden emin olduklarını göstermiştir. Bununla birlikte, görüşmelerde öğretmenlerin entegre bir fen bilgisi ünitesini doğru bir şekilde öğretmek için öğretmenin fen bilgisi bilgilerini artırmak ve tasarlanmış daha fazla eğitime ihtiyaç duydukları ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın en önemli bulgusu ise, PLTW gibi entegre FeTeMM müfredatının üstün yetenekli öğrencilerden düşük seviyedeki öğrencilere kadar her seviyedeki öğrencilere ulaşma özelliğinin olması sonucudur.

Toma ve Greca (2018) tarafından yapılan çalışmada İspanyol müfredatındaki fen eğitimi modelinin öğrencilerin fen ve STEM konularını öğrenmeye yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini iki ilkokul dördüncü sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM derslerinin yürütüldüğü sınıfın geleneksel sınıfa göre öğrencilerin fene karşı daha

olumlu tutumlar sergiledikleri belirlenmiştir. Ancak sonuçlarda bütünleştirici STEM eğitiminin İspanyol ilkokul 4. sınıf müfredatına uygun olabileceğini gösteriyor olsa bile öğretmenlerle yapılan görüşmelerde bütünleştirici STEM eğitimi kullanma konusunda isteksiz oldukları ve STEM eğitimi uygulamak için yol gösterici bilgilerin olması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Blankenship (2019) tarafından yapılan çalışmada, ilköğretim sınıfında entegre STEM dersleri başlatıldığında öğrencilerin katılımının değişip değişmediğini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini dördüncü sınıf ilköğretim öğrencilerinden dokuz öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda entegre STEM derslerinin sayesinde öğrencilerin katılımının arttığı sonucuna varılmıştır.

Kurup vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının STEM'i öğretme ile ilgili tutumlarını, anlayışlarını ve düşüncelerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretim öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının; STEM'i öğretmeye yönelik kendilerine tam olarak güvenmedikleri, okullarında STEM'e yönelik herhangi bir olumlu girişimin olmadığı ve STEM'i öğretmek için kendilerine daha fazla fırsat verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Lathifah (2019) tarafından yapılan çalışmada, robotik teknolojinin STEM eğitimine nasıl katkısının olduğuna yönelik literatürde açıklama eksikliği olduğundan dolayı robotik konular ile ilgili en son gelişmelere yönelik literatürde yapılan çalışmaları değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilkokulda yapılan robotik çalışmalar oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda robotik teknolojinin ilkokullarda öğrenme ve öğretmeye katkı sağladığı ve öğrencilerin robotik uygulamalara yönelik motivasyonları yüksek olmasından dolayı öğretmenlerin olumlu tepkiler gösterdiği ancak öğrenme sürecinde robotik uygulamaların uzun sürmesinden dolayı olumsuz davranışların tespit edildiği belirtilmiştir.

Siregar vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitiminin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirip geliştiremeyeceğini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini birkaç ilkokuldan 120 öğrenci

oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM'in ilkokul öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirebileceği ve öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için STEM'in bir seçenek olarak kullanılabileceği belirtilmektedir.

Oktavia ve Ridlo (2020) tarafından yapılan çalışmada STEM odaklı proje tabanlı öğrenmeyi kullanarak iletişim becerileri üzerinden eleştirel düşünme becerilerini tanımlamayı amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini bir devlet ilkokulunda öğretim görmekte olan 5. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda yüksek eleştirel düşünme becerisine sahip öğrencilerin argümanları analiz edebildikleri, orta eleştirel düşünme becerisine sahip öğrencilerin tanımlamanın basit yönlerini başardıkları ve alt seviyedeki öğrencilerin ise sadece sorulara odaklandıkları belirlenmiştir. Ayrıca proje tabanlı öğrenme ile uygulanan STEM eğitimi yaklaşımı öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi sağlama ve sözlü olarak iletişim kurmaya yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Prasadi vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirmek için STEM'e dayalı çalışma yapraklarının uygulanması ve bu çalışma yapraklarının etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 24 ilkokul dördüncü sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin çalışma yapraklarında aldıkları puanlara göre problem çözmede öğrenci düşüncesini geliştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca STEM'e dayalı çalışma yapraklarının öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği ve bu çalışma yapraklarının öğrenme etkinliklerinde uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Seage ve Türegün (2020) tarafından yapılan çalışmada geleneksel fen öğretimi ve harmanlanmış fen öğretiminin öğrencilerin STEM başarısı üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini düşük sosyoekonomik bir okulda 3,4 ve 5. sınıfta öğrenim gören 129 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin STEM başarıları üzerinde harmanlanmış fen öğretiminin istatistiksel olarak etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Wangguway vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada sosyal aritmetik problemleri çözmeye öğrencilerin üst biliş becerilerine etkisini ve STEM temelli öğrenmenin uygulanması amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini 11 deney grubu 11 kontrol grubu öğrencileri olmak üzere toplamda 22 ilkokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda STEM temelli öğrenmenin uygulandığı sınıfta öğrencilerin yüksek üst biliş becerilerine sahip olduğu kontrol grubundaki öğrencilerin ise düşük üst biliş becerilere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Gandi vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, proje tabanlı öğrenmeye entegre edilen STEM'in öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini ilköğretim öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın sonucunda deney grubunda proje tabanlı öğrenmeye entegre edilen STEM'in kontrol grubunda proje tabanlı öğrenmeye göre öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde örneklem gruplarını en çok ilköğretim öğrencileri (Kurup vd., 2019; Master vd., 2017; Prasadi vd., 2020; Talbot, 2014) oluşturmaktadır. Yöntem olarak nitel araştırma (Alumbaugh, 2015; Blankenship, 2019; Lamberg ve Trzynadlowski, 2015) ve nicel araştırma (Gandi vd., 2021; Keith, 2018; Seage ve Türegün, 2020) yöntemleri en fazla kullanılan yöntemlerdir. Veri toplama araçları olarak en fazla anket (Demir-Başaran ve Temircan, 2018; Gwon- Suk ve Sun Young, 2012; Rich vd., 2017; Smyrnova-Trybulska vd., 2016) ve yarı yapılandırılmış görüşme (Alumbaugh, 2015; Bakırcı ve Karışan, 2018; Goodnoug vd., 2014; Thomas, 2014) kullanılmıştır. Ayrıca çalışmalarda başarı testleri (Seage ve Türegün, 2020; Toma ve Greca, 2018), ölçek (Gwon- Suk ve Sun Young, 2012; Hacıömeroğlu, 2018) ve beceri testlerini de (Oktavia ve Ridlo, 2020; Siregar vd., 2019) kullanan çalışmalar mevcuttur.

Araştırmaların sonuçlarına genel olarak bakıldığında; STEM eğitimi yaklaşımının mevcut kullanılan eğitim yaklaşımına göre daha etkili olduğu belirlenmiştir (Seage ve Türegün, 2020). STEM eğitiminin; eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği (Oktavia ve Ridlo, 2020; Prasadi vd., 2020) ve olumlu tutum sağladığı (Gwon- Suk ve Sun Young, 2012; Toma ve Greca, 2018) tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmalarda öğretmen adayları STEM'i öğretmeye yönelik kendilerine tam

olarak güvenmediğini bu sebeple yol gösterici bilgilerin olması gerektiğini (Kurup vd., 2019; Toma ve Greca, 2018) ifade etmişlerdir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren ve örnekleme, veri toplama araçları, uygulama süreci ve verilerin analizi yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yaklaşımlarından olan ön test-son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel desen modelindedir. Birçok okul veya sınıfta, öğretim materyallerinin ya da öğretim yöntemlerinin etkisini belirleyebilmek için yarı deneysel araştırma desenini uygulamak uygun olmaktadır (McMillan ve Schumacher, 2010). Yarı deneysel desen, kontrol ve deney gruplarına örneklem seçiminin tesadüfi olarak yapılmadığı zamanlarda kullanılmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). Bu çalışmada örneklem grubu öğrencilerin şubeleri önceden belirli olduğundan tesadüfi olarak atama yapılmamıştır. Bu amaçla deney ve kontrol grupları tesadüfi olarak belirlenmiştir.

3.2. Araştırmanın Örnekleme

Araştırmanın örneklemini, 2018-2019 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Bölümü ikinci sınıfın farklı iki şubesinde öğrenim görmekte olan toplam 63 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Bu şubelerden biri STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı Deney Grubu (DG=30), diğeri ise tümdengelim laboratuvar yaklaşımının uygulandığı Kontrol Grubu (KG=33) olarak belirlenmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak; akademik başarı testi, bilimsel süreç becerileri testi ve deney grubu katılımcılarının uygulanan eğitim modeline yönelik olumlu ve olumsuz görüşlerini belirleyebilmek amacıyla görüşme formu kullanılmıştır. Ayrıca deney ve kontrol gruplarının bilgilerinin kalıcılığını belirleyebilmek amacıyla akademik başarı testi kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır. Veri toplama araçları aşağıda açıklanmaktadır.

3.3.1. Akademik Başarı Testi

Akademik Başarı Testi (ABT), deney grubunda geliştirilecek modüllere ve kontrol grubunda bu modüllere paralel işlenecek olan konuların kazanımlarına uygun olarak oluşturulmuştur. Bu konular; elektrik, mıknatıs, elektromıknatıs, gölge oluşumu ve aynalardır. ABT soruları üniversiteye geçiş sınavlarında çıkmış sorulardan oluşmaktadır. Başlangıçta 35 sorudan oluşan ABT'nin pilot çalışması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Bölümünde öğrenim görmekte olan 3 ve 4. sınıfta bulunan toplam 103 sınıf öğretmeni adayına uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda ABT'nin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,71 olarak tespit edilmiş ayrıca, sorulara ait madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksi değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1. ABT'de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri

Soru No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Soru No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	,08	,16	19	,08	,09
2	,18	-,09	20	,12	,29
3	,18	,29	21	,21	,26
4	,10	0	22	,21	,29
5	,02	,03	23	,13	,19
6	,32	,59	24	,16	,39
7	,25	,42	25	,13	,32
8	,10	,26	26	,20	,39
9	,04	,06	27	,22	,29
10	,19	,22	28	,17	,19
11	,31	,42	29	,12	,19
12	,08	0	30	,16	,26
13	,13	,09	31	,13	,22
14	18	,39	32	,11	,26
15	,19	,36	33	,13	,19
16	,11	,16	34	,24	,29
17	,30	,59	35	,15	,29

18	,09	-,06			
----	-----	------	--	--	--

Tablo 3.1’de yer alan maddeler aşağıdaki bilgiler doğrultusunda alanında uzman kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

0,40 ve daha büyük: Ayırt ediciliği çok iyi bir madde, kullanılabilir.

0,30- 0,39: Geliştirilmesi gerekmektedir.

0,20- 0,29: Düzeltilmeli ve geliştirilmelidir.

0,19 ve daha küçük: Çok zayıf maddeler. Düzeltilemiyorsa testten çıkartılmalıdır (Tekin, 2003).

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda Tablo 3.1’e göre 1, 2, 4, 5, 9, 12, 13, 16, 18 ve 19. madde testten çıkarılmıştır. Çıkarılmış olan bu 10 madde testin kapsam geçerliliğini etkilememiştir. 25 soruya düşürülmüş olan ABT’nin KR-20 güvenirlik katsayısı tekrar hesaplanmış ve 0,81 olarak bulunmuştur. ABT; ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. ABT’ye ait sorular EK 3’de yer almaktadır.

3.3.2. Bilimsel Süreç Beceri Testi

Araştırmada, Savaş (2011) tarafından Türkçeye uyarlanmış olan Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT) kullanılmıştır. Savaş (2011) fen bilgisi öğretmeni adayları ile yapmış olduğu araştırmasında, toplam 30 sorudan oluşan BSBT’nin KR-20 değerini 0,70 olarak tespit etmiştir. Testte yer alan sorular; değişkenleri belirleme, hipotez kurma, işlevsel tanımlama, tablo ve grafikleri okuma-yorumlama, deney tasarlama becerilerinden oluşmaktadır. Testte yer alan soruların becerilere göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 3.2. BSBT’de Yer Alan Soruların Becerilere Göre Dağılımı

Beceriler	Sorular
Değişkenleri Belirleme	1, 2, 3, 4, 14, 22
Hipotez Kurma	8, 13, 16, 21, 29
İşlevsel Tanımlama	15, 24, 25, 27
Tablo ve Grafik Okuma-Yorumlama	5, 7, 11, 20, 26
Deney Tasarlama	6, 9, 10, 12, 17, 18, 19, 23, 28, 30

Bu araştırmada BSBT'nin pilot çalışması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Sınıf Eğitimi Bölümünde öğrenim görmekte olan 3 ve 4. sınıfta bulunan toplam 93 sınıf öğretmeni ile yürütülmüş ve testin KR-20 güvenirliği 0,66 olarak bulunmuştur. KR-20 değerinin daha düşük çıkmasının sebebi ise örneklem gruplarının farklı olması ve farklı bir üniversitede uygulanmış olmasından dolayı düşünülmektedir. Aşağıdaki tabloda sorulara ait madde güçlük ve madde ayırt edicilik değerleri verilmiştir.

Tablo 3.3. BSBT’de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri

Soru No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Soru No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	,90	,37	16	,51	,41
2	,72	,20	17	,69	,68
3	,88	,44	18	,51	,58
4	,72	,41	19	,28	,34
5	,72	,51	20	,20	,03
6	,77	,44	21	,72	,65
7	,82	,41	22	,48	,51
8	,91	,31	23	,52	,48
9	,33	,51	24	,58	,31
10	,71	,55	25	,39	,62
11	,73	,41	26	,48	,13
12	,89	,37	27	,38	,51
13	,09	,03	28	,26	,06
14	,69	,13	29	,21	-,06
15	,70	,41	30	,39	,65

Değerlendirmeler sonucunda, testin güvenirliğini düşüren 13, 20, 26, 28 ve 29. sorular testten çıkarılarak BSBT 25 soruya düşürülmüş ve KR-20 güvenirlik katsayısı ,73 olarak tespit edilmiş ve çalışma grubuna ön test-son test olarak uygulanmıştır. BSBT’ye ait sorular EK 4’te yer almaktadır.

3.3.3. Görüşme Formu

Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında görüşlerini belirleyebilmek amacıyla 4 açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu hazırlanmıştır. İç geçerliğinin sağlanabilmesi amacıyla açık uçlu sorulardan oluşan görüşme formu, bir öğretim üyesi ve iki öğretmen tarafından incelenmiş, soruların uygunluğu değerlendirilmiş ve yapılan öneriler doğrultusunda düzenlenmiştir. Daha sonra 5 sınıf öğretmeni ile pilot çalışma yapılmıştır. Soruların açık ve anlaşılır olup olmadığı ve sorulara verilen yanıtların sorulan sorulara yönelik olup olmadığını belirlemek amacıyla iki alan uzmanı ve araştırmacı pilot çalışma sonuçlarını incelemiştir. Bu çalışmanın sonunda soru maddelerinin iç geçerliği belirlenmiştir. Nitel araştırmalarda iç geçerlik, araştırmacının ölçmek istediği veriyi, kullanmış olduğu araç ya da yöntemle gerçekten ölçüp ölçemeyeceğine bağlıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006).

Yarı yapılandırılmış görüşme, deney grubundaki gönüllü 17 öğretmen adayı ile uygulamadan önce ve uygulamadan sonra gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile öğretmen adaylarının izinleri dahilinde alınmıştır. Uygulama öncesinde öğretmen adaylarına STEM hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları ve STEM ile ilgili görüşleri sorulmuştur. Her bir öğretmen adayının görüşleri ortalama 10 saniye ile 2 dakika arasında sürmüştür. Uygulamadan sonra ise görüşme ortalama 20 ile 30 dakika arasında sürmüştür. Hazırlanan görüşme soruları şunlardır:

1. Sizce STEM ne demektir? Daha önce STEM'i duydunuz mu?
2. Sizce fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin STEM'deki rolü nedir?
3. Sizce kaliteli bir STEM eğitimi için neler gereklidir?
4. Sizce STEM eğitiminin avantajları nelerdir?

3.4. Uygulama Süreci

Bu araştırma, sınıf öğretmeni adaylarının Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubunda uygulama süreci bir dönem boyunca sürmüştür. Uygulamalar, araştırmacı ve dersin öğretim üyesi tarafından gerçekleştirilmiştir. Dersin konusunun seçimi, modüllerin ve deneylerin

oluşturulma süreci, deney grubunda yapılan uygulamalar ve kontrol grubunda yapılan uygulamalara aşağıda yer verilmiştir.

3.4.1. Konu Seçimi

Konu seçimi yapılırken öncelikle sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersini yürüttükleri 3 ve 4. sınıf öğretim programlarından yararlanılmıştır. Bu doğrultuda MEB'in Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer alan ünite kazanımları göz önünde bulundurularak konu seçimi gerçekleştirilmiştir. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının kazanımlarından yararlanılan üniteler; 3. sınıf seviyesinde yer alan “Çevremizdeki Işık ve Sesler” ünitesi başlığı altında yer alan “Işık Kaynakları” konusu, “Elektrikli Araçlar” ünitesi, 4. sınıf seviyesinde ise; “Kuvvetin Etkileri” ünitesi başlığı altında yer alan “Mıknatısların Uyguladığı Kuvvet” konusu, “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri” ünitesi ve “Basit Elektrik Devreleri” ünitesi oluşturmaktadır. Programda yer alan ünite ve kazanımları göz önünde bulundurularak Sınıf Öğretmeni adaylarına uygulanması planlanan ders içeriği oluşturulmuştur.

3.4.2. Modüllerin ve Deneylerin Oluşturulma Süreci

Konu seçimine karar verildikten sonra, deney ve kontrol gruplarında uygulanması planlanan dersin içeriği hazırlanmış ve her iki grupta da aynı konuların olmasına özen gösterilmiştir. Öncelikle modüller oluşturulmuş ve bu modüllerde yer alan deneylerin de kontrol grubunda uygulanabilir deneyler olmasına dikkat edilmiştir. Aşağıda modüllerin ve deneylerin oluşturulma sürecine yer verilmiştir.

3.4.2.1. Modüllerin Oluşturulma Süreci

Konu seçimi aşaması tamamlandıktan sonra, modüllerin STEM eğitimi yaklaşımına uygun bir şekilde oluşturulması sağlanmıştır. Bu aşama yaklaşık 2 ay kadar sürmüştür. Her bir modülün sınıf öğretmeni adaylarının seviyesinde olmasına dikkat edilmiştir. Modüller ve temel alındığı disiplin alanlarına yönelik kazanımlar ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Modüller	Yapılan Deneyler	Tablo 3.4. Disiplin Alanlarına Yönelik Kazanımlar			
		Fen	Teknoloji	Mühendislik	Matematik
1. Ayarlanabilir anahtar tasarımı	1. Basit elektrik devresi 2. Direnç	-Basit bir elektrik devresi kurabilir. -Direncin elektrik devresi üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu bilir. -Telin uzunluğu ve kesit alanı ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi anlar.	-Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.	-Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürün oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.	-Verileri analiz eder -Grafik çizimi yapmayı bilir. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin azaldığını ters bir orantı olduğunu bilir. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin de arttığını aralarında doğru bir orantı olduğunu bilir.
2. Uzun ömürlü çalışan oyuncak bebek tasarımı	1. Seri bağlı devreler 2. Paralel bağlı devreler	-Seri ve paralel devreler oluşturabilir. -Seri bağlı pil devresinde bir pilin bağlantısı kesildiğinde ampulün yanmayacağını söyler. -Paralel bağlı pil devresinde pil sayısı arttıkça ampul parlaklığının değişmeyeceğini bilir.	-Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.	-Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürün oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.	-Verileri analiz eder. -Grafik çizimi yapmayı bilir. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin de arttığını aralarında doğru bir orantı olduğunu bilir. -Devrelerde pilin tükenme sürelerini karşılaştırır.
3. Metalleri çekebilen cihaz tasarımı	1. Mıknatıs ve özellikleri 2. Elektromıknatıs	-Tüm mıknatısların iki kutuplu olduğunu bilir. -Farklı cins mıknatısların çekim gücünün büyüklüğü ile bağlantılı olmadığını deneyerek keşfeder ve çekim gücünün mıknatısı oluşturan maddeye bağlı olduğunu söyler. -Mıknatıs olmayan bir metali geçici olarak da mıknatıslık özelliği kazandırılabilceğini bilir.	-Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.	-Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürün oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.	-Verileri analiz eder. -Grafik çizimi yapmayı bilir. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin de arttığını aralarında doğru bir orantı olduğunu bilir. -Farklı boyutlarda engeller kullanır.
4. Farklı Aydınıklarda Alan Oluşturma Tasarımı	1. Saydam, Yarı Saydam ve Saydam Olmayan Maddelerin Sınıflandırılması 2. Gölge	-Işığın tüm maddelerden geçmeyeceğini bilir. -Etrafında yer alan cisimleri saydam madde, yarı saydam madde ve saydam olmayan madde olarak sınıflandırır. -Tam gölge ve yarı gölgeyi etkileyen değişkenlerin neler olduğunu deneyerek gözlemler.	-Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.	-Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürün oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.	-Verileri analiz eder. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin azaldığını ters bir orantı olduğunu bilir. -Işık kaynağını ve perdeyi farklı mesafelerde kullanarak tam gölge ve yarı gölge alanlarını karşılaştırır.
5. Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı	1. Düzlem Aynada Yansıma 2. Çukur Ayna ve Tümsek Aynada Yansıma	-Ayna çeşitlerinin ne olduğunu söyler ve aynaları ayırt eder. -Çukur aynadaki özel ışınları deneyerek gözlemler ve çizimlerini yapabilir. -Aynalardaki görüntülerin birbirinden farklı olduğunu bilir.	-Kullandıkları tüm malzemelerin teknolojik birer ürün olduğunu bilir. -Oluşturacağı ürünün hayatı kolaylaştıran teknolojik bir ürün olduğunu bilir.	-Bir mühendis gibi problemin ne olduğunu bilir. -Bir mühendis gibi ürün oluşturmak için gerekli olan fen ve matematik bağlantılarını bilir. -Bir mühendis gibi oluşturacağı ürünün planlarını ve çizimlerini yapar.	-Verileri analiz eder. -Veriler arasında birinin artarken diğerinin de arttığını aralarında doğru bir orantı olduğunu bilir. -Lazer ışığını kullanarak çukur aynadaki özel ışınları deneyerek öğrenir.

3.4.2.2. Deneylerin Oluşturulma Süreci

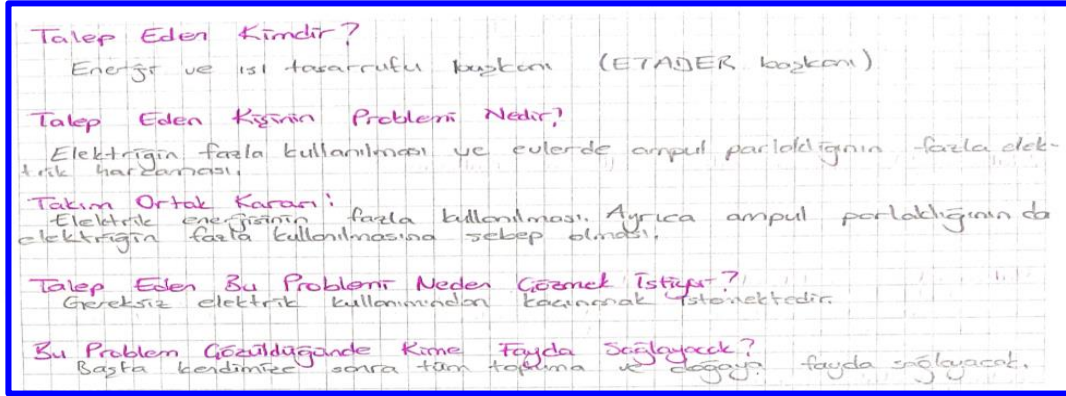
Kontrol grubunda uygulanması planlanan deneyler, deney grubunda geliştirilmiş olan modüllere paralel olarak belirlenmiş ve 14 hafta süresince yapılan uygulamalar aşağıda verilmiştir;

1. Laboratuvar kuralları ve deney raporu hazırlama
2. Basit elektrik devresi
3. Direnç
4. Seri bağlı devreler
5. Paralel bağlı devreler
6. Mıknatıs ve özellikleri
7. Elektromıknatıs
8. Saydam, yarı saydam ve saydam olmayan maddelerin sınıflandırılması
9. Işık ve renk
10. Gölge oluşumu
11. Yansıma kanunları
12. Düzlem ayna
13. Çukur ayna
14. Tümsek ayna

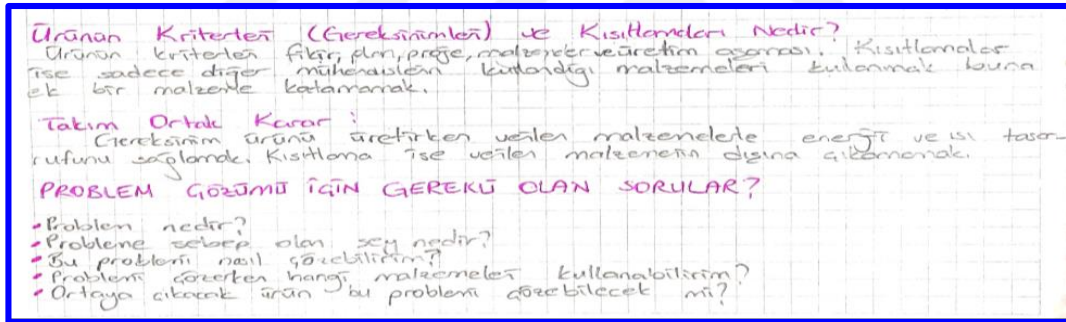
3.4.3. Deney Grubunda Uygulama Süreci

Uygulamaya başlamadan önce öğretmen adaylarına öncelikle ABT ve BSBT ön test olarak uygulanmıştır. Ayrıca gönüllü 17 öğretmen adayı ile STEM eğitimi yaklaşımı hakkındaki bilgilerini belirleyebilmek amacıyla ön görüşme yapılmıştır. Daha sonra ders uygulama sürecine geçilmiştir. Deney grubunda dersler mühendislik tasarım temelli olarak STEM eğitimi yaklaşımına uygun bir şekilde yürütülmüştür. Derse başlamadan önce öğretmen adaylarına gerekli bilgiler verilmiş ve plan dahilinde öğretmen adaylarının uygulamalara hazır hale gelmesi sağlanmıştır (bkz. EK4). Uygulama sürecinde takip edilen mühendislik tasarım sürecine ait basamaklarda gerçekleştirilen uygulama süreci; ayarlanabilir anahtar tasarımı, uzun ömürlü çalışan oyuncak bebek tasarımı, metalleri çekebilen cihaz tasarımı, farklı aydınlıklarda alan oluşturma tasarımı ve aynalarla aydınlatmalı oda tasarımı modülleri olarak ayrıntılı bir

şekilde EK5’de verilmiştir. Aşağıda ayarlanabilir anahtar tasarımı modülüne ait uygulama sürecinde öğretmen adayları tarafından gerçekleştirilen örnekler sunulmuştur. Uygulama sürecinde öğretmen adaylarından birinin mühendislik tasarımı defterine ait örnekler incelendiğinde ilk olarak defterde yer alan senaryoyu okuduktan sonra öğretmen adayının cevapladığı sorular aşağıdaki şekilde verilmektedir.

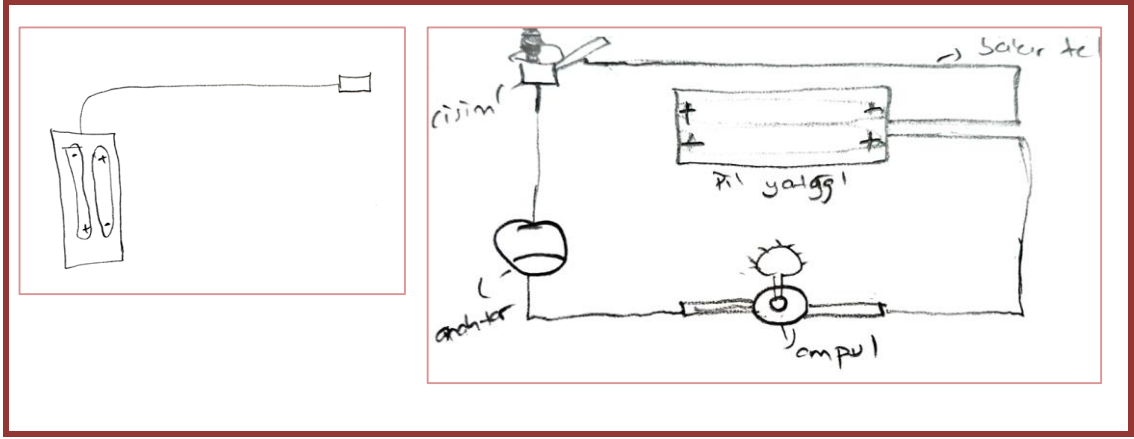


Şekil 3.1. Senaryo okunduktan sonra cevaplanan sorular



Şekil 3.2. Senaryoya ait kriter ve kısıtlamaların belirlenmesi

Uygulama sürecinde problemin tanımlaması aşamasından sonra MTS’nin öğrenme basamağına geçen öğretmen adayları, burada ön bilgilerini ve deneylerden sonraki bilgilerini yazacakları ve çizimleri yapacakları tasarım için gerekli bilgileri elde edebileceği deneyimler kazanırlar. Aşağıdaki şekilde öğretmen adaylarından basit elektrik devresini çizimleri ve daha sonra elde ettikleri deneyimleri sonucu basit elektrik devresini tekrar çizimleri istenmiştir. Örnek aşağıda verilmektedir.



Şekil 3.3. Ön çizim (solda) ve denemeler sonrası çizim (sağda) örneği

Öğretmen adaylarının ayrıca öğrenme alanında önceki bilgileri ile deneylerden sonra öğrendikleri bilgileri yazabilecekleri alanlara ait örnek aşağıda verilmektedir.

Krom-nikel telin uzunluğu arttıkça ampulün parlaklığı da artar.

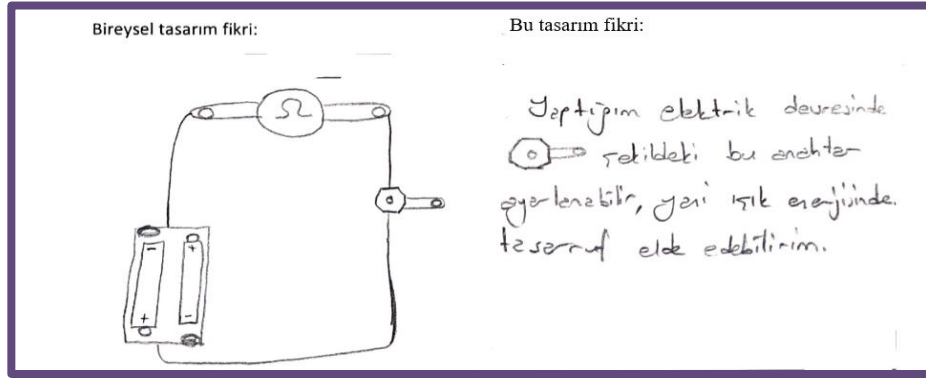
Doğru:	Yanlış:
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Krom nikelin ne olduğunu bilmiyorum. Bence artırlabilir.

İki farklı uzunlukta ki krom nikel teli denedik. Bunun sonucunda krom nikel telin bayının uzunluğu arttıkça ampul parlaklığının azaldığını gördük.

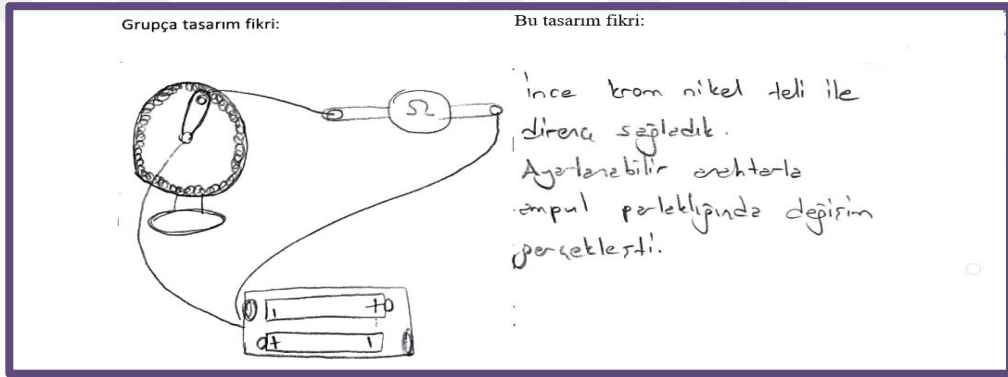
Şekil 3.4. Öğrenme alanında yer alan bir soru örneği

Öğretmen adaylarının planlama ve deneme basamağında bireysel planlarını çizip ne işe yaradığı daha sonra grupça ortak planlarını çizip tasarımlarının ne işe yaradığını belirttikleri MTD’de yer alan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.



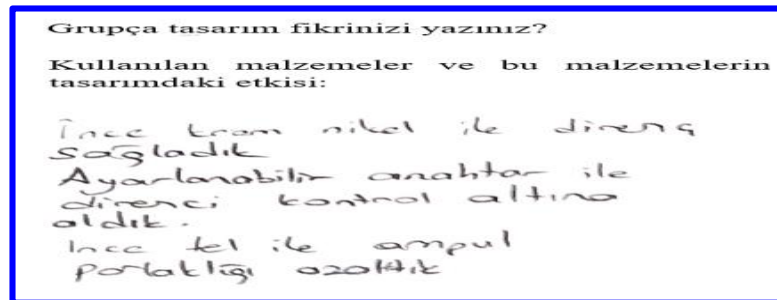
Şekil 3.5. Bireysel tasarım çizimine ait bir örnek

Bireysel tasarımlarını yapan öğretmen adayları grupça her bir tasarıma ait çizimleri inceler ve ortak bir tasarım fikrine sahip olur. Aşağıda örnek verilmiştir.



Şekil 3.6. Grupça tasarım çizimine ait bir örnek

Öğretmen adayları yapacakları tasarıma ait çizimleri grupça belirledikten sonra karar vermiş oldukları tasarımda kullandıkları malzemelerin özellikleri ve bu malzemelerin tasarımda nasıl bir etkisi olduğu, kriter ve kısıtlamaları nasıl desteklediğinde dair öğretmen adaylarının MTD' de yer alan uygulamalarına aşağıda yer verilmektedir.



Şekil 3.7. Kullanılan malzemeler ve tasarıma etkisine yönelik bir örnek

Bu tasarımdaki kriter ve kısıtlamalarınızı destekleyen verileriniz nelerdir?

Kullandığımız telin kalınlığı ve inceliği ile ampule direnç sağladık. Bu direnç anahtar ile bağladık. Bu da ampulün parlaklığında azaltma ya da arttırma sağlayarak ulaşmak istediğimiz tasarruf fiyline deho çok yaklaşılmış olduk.

Şekil 3.8. Kriter ve kısıtlamaları destekleyen verilere yönelik bir örnek

Öğretmen adayları yapılan uygulamalar sonunda tasarımlarını gerçekleştirmişlerdir. Her bir modüle ait öğretmen adaylarının grupça yaptıkları tasarımlara EK 7’de yer verilmektedir. Öğretmen adayları her modül sonunda grupça posterler hazırlamışlardır. Bu posterlere, EK 8’de yer verilmektedir. Uygulamalardan sonra ABT ve BSBT son test olarak tekrar uygulanmıştır. Ayrıca belirlenen öğretmen adayları ile son görüşme yapılmıştır. Bilgilerin kalıcılığını belirleyebilmek amacıyla da 4 hafta sonra ABT kalıcılık testi olarak öğretmen adaylarına uygulanmış ve sürecin tamamlanması sağlanmıştır.

3.4.2. Kontrol Grubunda Uygulama Süreci

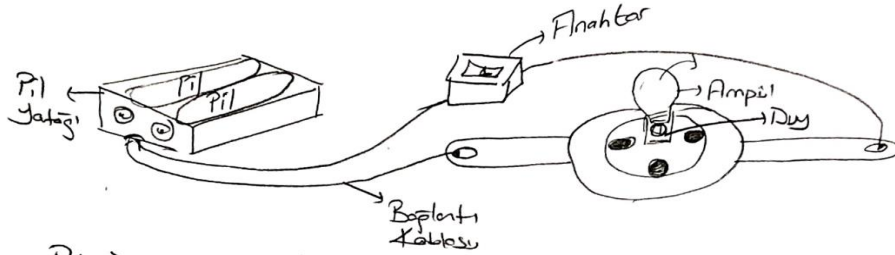
Uygulamaya başlamadan önce öğretmen adaylarına öncelikle ABT ve BSBT ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra yedi kişiden oluşan üç grup, altı kişiden oluşan iki grup olmak üzere toplamda beş farklı heterojen grup oluşturulmuştur. Daha sonra ders uygulama sürecine geçilmiştir. Öğretim, tümdengelim laboratuvar yaklaşımına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Deney föyleri araştırmacılar tarafından hazırlanıp her dersten önce öğretmen adaylarına verilmiştir. Derste öğretmen adaylarının o hafta deney yapmada kullanması gereken deney malzemeleri masalarda hazır bulundurulmuştur. Ayrıca derse gelirken öğretmen adaylarının raporlarını hazırlayabilecekleri not defterlerini de yanlarında getirmeleri sağlanmıştır. Öğretmen adayları deney föylerinde yer alan deneyleri, deneydeki adımları takip ederek yapmışlardır. Grupça yaptıkları deneylere ait raporları ise kendileri bireysel olarak

not etmişlerdir. Deney sonucu elde ettikleri verileri de kendileri bireysel olarak hesaplamışlardır. Deneyler bitirildikten sonra öğretmen adaylarının deneye ait raporlarını yazmaları beklenmiştir. Bu raporda tümdengelim laboratuvar yaklaşımına dayalı olarak deneyin adı, deneyin amacı, deney ile ilgili teorik bilgi, deneyde kullanılan malzemeler, deneyin yapılışı, deneyden elde edilen veriler, verilerin analizi, sonuç ve değerlendirme olmak üzere  ğretmen adaylarının doldurmaları gereken alanlar mevcuttur. Deney raporlarını tamamlayan  ğretmen adaylarından dersin sonunda bu raporlar araştırmacılar tarafından toplanmıştır. Bu şekilde kontrol grubu ile deney grubu dengelenmeye çalışılmıştır. Çünkü deney grubunda yer alan  ğretmen adaylarına da ders sonunda not defterleri verilmemiştir. Raporlar toplandıktan sonra öğrenciler ile yapılan deney ve deneyin sonucu hakkında konuşulmuştur. Yapılan uygulamalar tüm derslerde aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Uygulamadan sonra ABT ve BSBT son test olarak tekrar uygulanmıştır. Bilgilerin kalıcılığını belirleyebilmek amacıyla da 4 hafta sonra ABT kalıcılık testi olarak  ğretmen adaylarına uygulanmış ve sürecin tamamlanması sağlanmıştır. Basit elektrik devresi ile ilgili bir  ğretmen adayına ait deney raporuna aşağıda yer verilmektedir.

DENEYİN ADI = Basit elektrik devresi

DENEYİN AMACI = Basit elektrik devresi kurmak.

TEORİK BİLGİ = İleticinin iki ucu iletken tablo ile birleştirilip düzeye bir lamba yerleştirilir. İleticinin negatif (-) kutbundan çıkan elektronlar pozitif (+) kutba gider ve basit elektrik devresi yapılmış olur.



Pil: Devrenin enerji kaynağı

Pil Yatağı: Enerji kaynağının yerleştirildiği yer.

Bağlantı Kablosu: Enerji akışını sağlar. Pilden aldığı enerjiyi ampüle kadar iletimini sağlar.

Anahtar: Enerjinin giriş ve çıkışını sağlar.

Duy: Ampülün yerleştirildiği yatak.

Ampül: Devre içinde pilden kaybolan enerjinin son bulduğu hali göstermeye yarar.

DEVREYİ NASIL KURDUK?

Malzemeler: 2 adet Pil, 1 pil yatağı, anahtar, bağlantı kabloları, Ampül, Duy.

Pilleri pil yatağına yerleştirdik. Bağlantı kablolarının ilkinin anahtara ilkinisini ise duya bağladık ve anahtarın ~~1~~ 2. olan kısmında bastığımızda hiç birşey olmadı, fakat ~~2~~ 1. olan kısma doğru bastığımızda ampülün yandığını gözlemledik.

Şekil 3.9. Deney raporuna ait bir sayfa örneği

3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizlerinde SPSS 20 programı kullanılmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ABT, BSBT ve KT'ye göre normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Kolmogorov-Smirnov ile normallik analizleri yapılmıştır. Testlerin analizlerinde; grupların testleri normal dağılım göstermediği ($p < 0,05$) durumlarda Mann Whitney-U testi, tek grubun testleri normal dağılım göstermediği ($p < 0,05$) durumlarda Wilcoxon İşaretli Sıralar testi, grupların testleri normal dağılım gösterdiği ($p > 0,05$) durumlarda bağımsız-t testi ve tek

grubun testleri normal dağılım gösterdiği($p>0,05$) durumlarda ise bağımlı-t testi kullanılmıştır. Görüşme sorularının analizinde ise betimsel analiz kullanılmıştır.



4. BULGULAR VE YORUM

Çalışmanın bu bölümünde, sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler sonucu ortaya çıkan verilerin analizleri yer almaktadır. Çalışmanın problemine bağlı olarak oluşturulan her bir alt probleme yönelik elde edilen veriler aşağıda sırasıyla aşağıda yer verilmektedir.

4.1. Birinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın birinci alt problemini “Deney ve Kontrol gruplarının ABT ön testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Öğretmen adaylarına uygulanmış olan ABT ön testinden almış oldukları puanlara ilişkin normallik testi kullanılmış ve her iki grubun ön test ortalama puanlarının normal dağılıma sahip olduğu ($p>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Bu amaçla parametrik testlerden bağımsız-t testi kullanılarak analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.1. Grupların ABT Ön Test Puanlarına İlişkin Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları

Gruplar	n	Ortalama	SS	sd	t	p
DG	30	18,40	6,355	61	-1,679	,098
KG	33	20,61	3,889			

Yukarıdaki tablo incelendiğinde grupların ABT ön test puanları arasındaki ilişkiye bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir ($t_{61}=-1,679$; $p>0,05$). Bu bulgulara göre her iki gruptaki öğretmen adaylarının hazır bulunuşluklarının denk olduğu sonucuna varılabilir.

4.2. İkinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın ikinci alt problemini “Deney ve Kontrol gruplarının ABT son testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının ABT son test puanlarına yönelik normallik testi kullanılmış her iki grubun son test ortalama puanlarının normal dağılıma sahip olduğu ($p>0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Bu amaçla parametrik testlerden bağımsız-t testi kullanılmış ve bu testin analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.2. Grupların ABT Son Test Puanlarına İlişkin Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları

Gruplar	n	Ortalama	SS	sd	t	p
DG	30	55,20	14,226	61	3,818	,000
KG	33	43,64	9,558			

Tablo 4.2 incelendiğinde grupların ABT son test puanlarına yönelik deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ($t_{61}=3,818$; $p<0,05$). Elde edilen bu bulgulara göre, STEM eğitimi yaklaşımının tümdengelim laboratuvar yaklaşımına göre başarıyı artırmada daha etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın üçüncü alt problemini “Deney grubunun ABT’den aldıkları ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının ABT puanları normal dağılıma sahip olduğundan ($p>0,05$) dolayı parametrik testlerden bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.3. Deney Grubunun ABT Ön-Son Bağımlı-t Testinin Analiz Sonuçları

ABT	n	Ortalama	SS	sd	t	p
Ön Test	30	18,40	6,355	29	-15,543	,000
Son Test	30	55,20	14,226			

Tablo 4.3 incelendiğinde deney grubunun ABT puanları arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ($t_{29}=-15,543$; $p<0,05$). Elde edilen bu bulgulara göre STEM eğitimi yaklaşımının gerçekleştirilmiş olduğu deney grubunda öğretmen adaylarının akademik başarılarının artırmada etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın dördüncü alt problemini “Kontrol grubunun akademik başarı ön test puanları ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının puanları normal dağılıma sahip olduğundan ($p>0,05$) dolayı parametrik testlerden bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.4. Kontrol Grubunun ABT Testlerine Yönelik Bağımlı-t Testinin Analiz Sonuçları

ABT	n	Ortalama	SS	sd	t	p
Ön Test	33	20,61	3,889	32	-13,098	,000
Son Test	33	43,64	9,558			

Tablo 4.4 incelendiğinde kontrol grubunun akademik başarı testi ortalama puanları arasında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($t_{32}=-13,098$; $p<0,05$). Elde edilen bulgulara göre, kontrol grubunun uygulama sonrasında anlamlı düzeyde bir gelişim gösterdikleri söylenebilir.

4.5. Beşinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın beşinci alt problemini “Deney ve Kontrol gruplarının BSBT ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Grupların ön test ortalama puanları her ikisi birden normal dağılım göstermediğinden parametrik olmayan testlerden mann-whitney u testi kullanılarak analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.5. Grupların BSBT Puanlarına Yönelik Mann-Whitney U Testi Analiz Sonuçları

	n	Sıra ortalamaları	Sıra toplamları	U	z	p
DG	30	29,98	899,50	434,500	-,837	,403
KG	33	33,83	1116,50			

Tablo 4.5 incelendiğinde grupların bilimsel süreç beceri puanları karşılaştırıldığında anlamlı olarak bir farklılığın olmadığı sonucuna varılmıştır ($z=-,837$; $p>0,05$). Elde edilen verilere göre, uygulama öncesinde öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin denk olduğu sonucuna varılabilir.

4.6. Altıncı Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın altıncı alt problemini “Deney ve Kontrol gruplarının BSBT son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda grupların son test puanları normal dağılım gösterdiğinden ($p>0,05$), parametrik testlerden bağımsız-t testi kullanılarak analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.6. Grupların BSBT Son Test Puanlarına Yönelik Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları

	n	Ortalama	SS	sd	t	p
--	---	----------	----	----	---	---

DG	30	82,00	9,021	61	2,101	,040
KG	33	76,48	11,522			

Yukarıdaki tabloya göre grupların BSBT son test ortalama puanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın bulunduğu görülmektedir ($t_{61}=2,101$; $p<0,05$). Elde edilen bu sonuca göre, STEM eğitimi yaklaşımının tümdengelim laboratuvar yaklaşımına göre bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde daha etkili bir yöntem olduğu sonucu çıkarılabilir.

4.7. Yedinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın yedinci alt problemini “Deney grubunun bilimsel süreç beceri ön test ortalama puanları ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının BSBT puanları normal dağılıma sahip olduğundan ($p>0,05$) dolayı parametrik testlerden bağımlı-t testi ile analizi yapılmış ve bu analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.7. Deney Grubunun BSBT Testlerine Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları

BSBT	n	Ortalama	SS	sd	t	p
Ön Test	30	66,67	15,908	29	-6,526	,000
Son Test	30	82,00	9,021			

Yukarıdaki tabloya göre deney grubunun BSBT puanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak son test lehine anlamlı bir farklılığın ortaya çıktığı belirlenmiştir ($t_{29}=-6,526$; $p<0,05$). Bu bulgulara göre STEM eğitimi yaklaşımının gerçekleştirilmiş olduğu deney grubunda öğretmen adaylarının akademik başarılarının artırmada etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir.

4.8. Sekizinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın sekizinci alt problemini “Kontrol grubunun bilimsel süreç beceri ön test ortalama puanları ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının BSBT ön test ve son test puanları her ikisi birden normal dağılım göstermediğinden parametrik olmayan testlerden wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.8. Kontrol Grubunun BSBT Testlerine Yönelik Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz Sonuçları

Sıralar	n	Sıra Ortalamaları	Sıra Toplamları	z	p
Negatif Sıralar	10	10,20	102,00	-2,100	,036
Pozitif Sıralar	17	16,24	276,00		
Eşit	6				
Toplam	33				

Yukarıdaki tabloya göre kontrol grubunun BSBT puanları karşılaştırıldığında son teste yönelik anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir ($z=-2,100$; $p<0,05$). Kontrol grubuna uygulanan tümdengelim laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin gelişmesinde anlamlı bir şekilde arttığı söylenebilir.

4.9. Dokuzuncu Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın dokuzuncu alt problemini “Deney grubu akademik başarı testi son test ortalama puanları ve kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının ortalama puanları normal dağılım gösterdiğinden ($p>0,05$) parametrik testlerden

bağımlı-t testi kullanılarak analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.9. Deney Grubu ABT Puanlarına Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları

	n	Ortalama	SS	sd	t	p
Son test	30	55,20	14,226	29	1,829	,078
Kalıcılık testi	30	49,33	9,589			

Tablo 4.9 incelendiğinde deney grubunun akademik başarı testi puanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($t_{29}=1,829$; $p>0,05$). Elde edilen bu sonuca göre, STEM odaklı öğrenmenin gerçekleştirildiği Deney grubunda akademik başarı testi ile ilgili bilgilerinin uygulama sonlandıktan 4 hafta sonra kalıcılığın sağlandığı söylenebilir.

4.10. Onuncu Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın onuncu alt problemini “Kontrol grubu akademik başarı testi son test ortalama puanları ve kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının puanlarının normal dağılım gösterdiğinden ($p>0,05$) dolayı parametrik testlerden bağımlı-t testi kullanılarak analizi yapılmış ve bu analizden elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.10. Kontrol ABT Puanlarına Yönelik Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları

	n	Ortalama	SS	sd	t	p
Son test	33	43,64	9,558	32	2,168	,038
Kalıcılık testi	33	40,48	11,214			

Yukarıdaki tabloya göre öğretmen adaylarının puanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ($t_{32}=2,168$; $p<0.05$). Elde edilen bu sonuç neticesinde tündengelim laboratuvar yaklaşımının gerçekleştirildiği kontrol grubunda akademik başarı testi ile ilgili bilgilerinin uygulama sonlandıktan 4 hafta sonra kalıcılığın sağlanmadığı söylenebilir.

4.11. On birinci Alt Probleme Yönelik Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın on birinci alt problemini “Deney ve Kontrol gruplarının kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu meydana getirmektedir. Bu doğrultuda öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanlarının normal dağılıma sahip olduğundan ($p>0,05$) dolayı parametrik testlerden bağımsız-t testi kullanılarak analizi yapılmış ve bu analizden ortaya çıkan sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4.11. Grupların ABT Kalıcılık Testi Puanlarına Yönelik Bağımsız-t Testi Analiz Sonuçları

Gruplar	n	Ortalama	SS	sd	t	p
DG	30	49,33	9,589	61	3,349	,001
KG	33	40,48	11,214			

Tablo 4.11 incelendiğinde grupların ABT kalıcılık testi puanları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ($t_{61}=3,349$; $p<0.05$). Bu bulgulara göre, her iki grupta da paralel olarak belirlenmiş konuların STEM eğitimi yaklaşımına göre işlenmesinin, tündengelim laboratuvar yaklaşımına göre daha kalıcı bir yöntem olduğu söylenebilir.

4.12. On İkinci Alt Probleme İlişkin Elde Edilen Bulgular

Çalışmanın on ikinci alt problemini “Deney grubu öğrencilerinin STEM’e yönelik görüşleri nelerdir?” sorusu meydana getirmektedir. Bu alt probleme yönelik yarı yapılandırılmış görüşmeden elde edilen verilerin analizleri sırasıyla aşağıda yer alan tablolarda sunulmaktadır. Deney grubunda yer alan 17 öğrencinin uygulama

öncesinde ve uygulama sonrasında STEM'in ne olduğuna yönelik görüşleri alınmış ve bu görüşler aşağıda sunulmuştur.

Tablo 4.12. “Sizce STEM ne demektir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası görüşleri

Uygulama Öncesi Görüşler	f	%	Uygulama Sonrası Görüşler	f	%
Bilmiyorum	12	70,5	Fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarıyla ilgilidir	14	82,3
Fen, matematik ve teknoloji alanlarıyla ilgilidir	1	5,9	Öğrencinin yaparak ve yaşayarak öğrendiği eğitim yaklaşımıdır	11	64,7
Eğitim planlamasıdır	1	5,9	Öğrenmede yararlı bir yöntemdir	10	58,8
Hastalık ismidir	1	5,9	Öğrenci merkezli eğitimidir	9	52,9
Bir konuda sitem etmemdir	1	5,9	Alanların birbirleriyle iş birliği yaptığı yöntemdir	6	35,2
Ürün tasarlamadır	1	5,9	Öğrenmede kalıcılığı sağlayan bir öğretim yöntemidir	4	23,5
			Ürün tasarlamadır	4	23,5
			Fen ve matematik ağırlıklıdır	4	23,5
			STEM mühendislik sürecidir	4	23,5
			Fen, matematik ve teknoloji alanlarıyla ilgilidir	2	11,8

Not: Her öğretmen adayı birden fazla görüş bildirmişlerdir.

Tablo 4.12’de görüldüğü gibi sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında STEM ile ilgili görüşleri alınmıştır. Uygulama öncesinde 17 öğretmen adayından 12’si (%70,5) STEM ile ilgili bilgilerinin olmadığını belirtmiştir. Diğer öğretmen adayları da STEM’in bir hastalık ismi (%5,9), bir konu hakkında sitem etmek (%5,9), bir tür eğitim planlaması (%5,9) ve ürün tasarlama (%5,9) olduğunu belirtmişlerdir. Yalnızca 1 (%5,9) öğretmen

adayının STEM'in fen, matematik ve teknoloji alanlarıyla ilgili olduğunu ifade ettiği görülmektedir.

Uygulamadan sonra yapılan görüşme sonuçlarına göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%82,3) STEM'in fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarıyla ilgili, %64,7'si öğrencinin yaparak yaşayarak öğrendiği bir eğitim yaklaşımı, %58,8'i öğrenmede yararlı bir yöntem, %52,9'u öğrenci merkezli eğitim, %35,2'si alanların birbiriyle işbirliği yaptığı, %23,5'i öğrenmede kalıcılığı sağlayan bir öğretim yöntemi, ürün tasarlama, fen ve matematik ağırlıklı, mühendislik süreci ve %11,8'i de fen, matematik ve teknoloji alanları ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından bazıları uygulama öncesinde ve sonrasında şunları ifade etmiştir.

Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
Ö5 <i>Karşıdakine içini dökmendir ve hoşlanmadığın bir durum karşısındaki tepkidir.</i>	<i>Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin disiplinler arası iş birliği yaparak öğrenmeyi sağlayan yöntemdir.</i>
Ö13 <i>Bilmiyorum, daha önce hiç duymadım.</i>	<i>STEM; öğrencilerin daha çok yaparak yaşayarak öğrendiği ve bu öğrenmelerin de kalıcı olduğu bir eğitim sistemidir.</i>
Ö10 <i>Eğitimle ilgili bir şeydi eğitim planlanmasaydı sanırım.</i>	<i>STEM bir mühendislik sürecidir. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarını kullanarak yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlıyor.</i>

- Ö9** *Bir konu hakkında sitem etmedir.* *Yaparak yaşayarak öğrenme ve öğrencinin aktif olduğu öğretmenin de rehber konumda olduğu bir eğitim yöntemidir.*
- Ö3** *Fen, matematik ve teknolojiyi harmanlayarak öğrenciye aktarmak.* *Son zamanlarda ortaya çıkmış öğrenciye yönelik; teknoloji, matematik, mühendislik ve feni kapsayan disiplinler arası bir programdır.*

Yukarıda uygulama öncesi ve sonrası görüşme yapılan öğretmen adaylarının uygulama öncesinde STEM ile ilgili fikirlerinin olmadığı ya da yanlış ve eksik bilgiye sahip oldukları, uygulama sonrasında ise STEM ile ilgili daha doğru bilgiler verdikleri görülmektedir. Bu görüşme neticesinde öğretmen adaylarının uygulama öncesinde STEM ile ilgili ön bilgilerinin olmadığı belirlenmiş ve öğretmen adaylarına görüşme formunda yer alan diğer soruların sorulmamasına karar verilmiştir. Görüşmelere uygulamadan sonra devam edilmiş ve öğretmen adaylarına fen, teknoloji, matematik, mühendislik disiplinlerinin STEM'deki rolünün ne olduğu sorusu yöneltilmiştir. Bu görüşme sonucundaki veriler aşağıdaki tabloda frekans ve yüzde olarak sunulmuştur.

Tablo 4.13. Sizce Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Disiplinlerinin STEM'deki Rolü Nedir?

	Görüşler	f	%		Görüşler	f	%
Fen	Fen konuları ile ilgilidir.	14	82,3	Teknoloji	Kullanılan malzemelerdir	11	64,7
	Fen deneyleri ile alakalıdır.	5	29,4		Oluşturulan ürün ile ilgilidir	7	41,2
	Ürünü tasarlama ile ilgilidir	5	29,4	Mate	Kullanılan malzemelerin ölçülerini belirler	10	58,8

	Gözlem yapmayı sağlar	2	11,8		Malzemelerin hangi açılarla yerleştirildiğini belirler	7	41,2
	Düşünmeyi sağlar	1	5,9		Kullanılan malzemelerin sayılarını belirler	7	41,2
Mühendislik	Mühendislik tasarım süreci ile ilgilidir	15	88,2		Kullanılan malzemelerin oranını belirler	4	23,5
	Mühendis gibi çalışma ile alakalıdır.	7	41,2		Ne kadar malzeme gidebileceğini tahmin etmeyi sağlar.	2	11,8
	STEM alanlarını birbirine bağlar.	7	41,2				
	Oluşturulan ürün ile alakalıdır.	3	17,6				

Not: Her öğretmen adayı birden fazla görüş bildirmişlerdir.

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi STEM’de fenin rolüne ilişkin öğretmen adaylarının %82,3’ü fen konuları ile ilgili, %29,4’ü fen deneyleri ile ilgili ve %29,4’ü ürün tasarlama ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adaylarının %11,8’i fenin gözlem yapmayı sağladığını ve %5,9’u ise düşünmeyi sağladığını belirtmiştir. Teknolojinin rolüne ilişkin öğretmen adaylarının %64,7’si kullanılan malzemelerin ve %41,2’si ise oluşturulan ürün ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Matematik rolüne ilişkin öğretmen adaylarının %58,8’i kullanılan malzemelerin ölçülerini belirlediğini, %41,2’si açılar ve sayıları belirlediğini, %23,5’i kullanılan malzemelerin oranlarını, %11,8’i de üründe kullanılacak malzemenin ne kadarının kullanılacağını tahmin etmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Mühendisliğin rolüne ilişkin öğretmen adaylarının %88,2’si mühendislik tasarım süreci ile ilgili, %41,2’si mühendis gibi çalışma ve STEM alanlarını birbirine bağladığı ve %17,6’sı ise

oluşturulan ürün ile ilgili olduğu görüşünü belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından bazılarının ifadeleri şu şekildedir:

“Fen daha çok deneylerle bağlantılıdır. STEM’i ise teknolojik aletler kullanarak deney yapma ile öğrencilere uygulatabiliyorsun” (Ö6).

“Matematik oran ile bağlantılıdır. Örnek vermek gerekirse düzlem ayna da kaç ayna kullanıldığı, boyutları hangi ölçülerde yapıştırıldığı ya da ışığın gelme açısı bunu hesaplamak matematik ile bağlantılıdır” (Ö15).

“Matematik de yapacağımız bir tasarımda; malzemenin ölçüsünü, sayısını, açısını, oranını ve bir tasarım yapmadan önce olasılığını bile düşünebiliyoruz tahmin edebiliyoruz” (Ö13).

“Teknoloji ile bağlantısı kullandığımız tüm malzemeler bir teknoloji ürünüdür” (Ö12).

“Deney aşamasında kullanılan tüm malzemeler teknolojik birer üründür. Ayrıca tasarımdan sonra oluşturulan üründe teknolojik bir üründür” (Ö3).

“Sürekli teknolojik alet kullanıyoruz. Kullandığımız aletler aslında birer teknolojik ürün” (Ö1).

“Mühendislikte mühendislik tasarım süreçleri oluyor. Yani bir deneyi yaparken ortaya konan ürün için yaptığı planlama grafiksel olarak tasarlaması mühendisliği kapsamaktadır” (Ö3).

“Mühendislik de bazı şeyleri yaparken tasarım yapıyoruz ve bu tasarım mühendislikle alakalı mühendislerin kullandığı gibi matematik, teknoloji, fen hepsini bir arada kullandık ve bu bakımda bir mühendis gibi çalışmış olduk” (Ö11).

Öğretmen adayları ile yapılan görüşmede, öğretmen adaylarının kaliteli bir STEM eğitimi için nelerin gerekli olduğuna yönelik görüşleri belirlenmiş ve veriler aşağıdaki tabloda frekans ve yüzde olarak sunulmuştur.

Tablo 4.14. “Sizce kaliteli bir STEM eğitimi için neler gereklidir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri

Görüşler	f	%
Malzemelerin yeterli olması gerekir.	13	76,5
Öğretmenin nitelikli olması gerekir.	9	52,9
Uygun ortam olmalıdır.	7	41,2
Öğretmen sorumluluklarını bilmelidir.	6	35,2
Öğrencinin derse katılımında istekli olması gerekir.	6	35,2
Öğrencilerin STEM ile ilgili ön bilgileri olmalıdır.	5	29,4
Öğrenci her bir MTS basamağını anlayarak ilerlemelidir.	5	29,4
Yeterli zaman olmalıdır.	4	23,5
Öğretmen öğrenciyi teşvik etmelidir.	3	17,6
Modüllerde yer verilen problemler gerçek hayat ile ilgili olmalıdır	2	11,8
Modüllerde yer verilen problemler öğrenci seviyesine uygun olmalıdır	2	11,8
Sınıf mevcudu az olmalıdır.	2	11,8
Öğretmen öğrencinin sorularına dönüt vermelidir.	2	11,8
Öğretmenin derse istekli olması gerekir.	1	5,9
Öğretmen sabırlı olmalıdır.	1	5,9
Öğrenci sorumluluklarını bilmelidir.	1	5,9

Not: Her öğretmen adayı birden fazla görüş bildirmişlerdir.

Tablo 4.14’te görüldüğü gibi öğretmen adayları kaliteli bir STEM eğitimi için malzemelerin yeterli olması (%76,5), öğretmenin nitelikli olması (%52,9), uygun ortam olması (%41,2), öğretmenin sorumluluğunu bilmesi (%35,2), öğrencilerin derse katılımında istekli olması (%35,2), öğrencilerin uygulama öncesinde STEM eğitimi ve MTS ile basamaklarının ne olduğu ile ilgili ön bilgilerinin olması (%29,4), her bir modülün gerçekleştirmesi için ayrılan zamanın yeterli olması (%23,5), öğretmenin sorular sorarak öğrenciyi derse teşvik etmesi (%17,6), modüllerde yer verilen senaryolarda problem durumunun gerçek hayatta yaşanabilecek bir problem olması (%11,8) ve problemlerin öğrencinin anlayabileceği, ilgi ve isteklerini

karşılayabilecek problem durumu yani seviyelerine uygun olması (%11,8), uygulanması planlanan STEM eğitiminin sınıf mevcudunun az olması gerektiği (%11,8), öğretmenin öğrencilerin sorularına dönüt vermesi (%11,8), STEM eğitimi veren öğretmenin dersi uygulamada istekli olması (%5,9), öğretmenin karşılaşılabilecek sorunlara karşın sabırlı olması (%5,9) ve öğrencinin grup içerisindeki görevi ve MTS basamaklarında yapması gerektiği uygulamaları ve MTD’de doldurulması gereken bölümleri yani sorumluluklarını bilmesi (%5,9) gerektiğini ifade etmişlerdir. Tablo 4.15’te öğretmen adaylarının STEM eğitiminin avantajlarına yönelik görüşleri belirlenmiş ve veriler frekans ve yüzde olarak sunulmuştur.

Tablo 4.15. “Sizce STEM eğitiminin avantajları nelerdir?” sorusuna ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri

Görüşler	f	%
Gelişmeyi sağlar	16	94,1
Aktif olmayı sağlar	14	82,3
Verimliliği sağlar	12	70,6
Mutlu olmayı sağlar	10	58,8
Bilgilerin kalıcılığını sağlar	10	58,8
Sosyalleşmeyi sağlar	10	58,8
Eğlencelidir	9	52,9
Öğrenme de kolaylık sağlar	9	52,9
Rahatlık sağlar	8	47,1
Zamandan tasarruf sağlar	7	41,2
Hayata uygulanabilir	6	35,2
Düşünmeyi sağlar	6	35,2
Öz güveni geliştirir	5	29,4
Planlı programlı olmayı sağlar	4	23,5
Dersin sevilmesini sağlar	3	17,6
Derse katılımda istekli olmayı sağlar	2	11,8

Not: Her öğretmen adayı birden fazla görüş bildirmişlerdir.

Tablo 4.15’te görüldüğü gibi öğretmen adayları STEM eğitiminin; gelişmeyi (%94,1), aktif olmayı (%82,3), verimli olmayı (%70,6), mutlu olmayı (%58,8), bilgilerin kalıcı olmasını (%58,8), sosyalleşmeyi (%58,8), eğlendirmeyi (%52,9), öğrenmede kolaylaştırmayı (%52,9), sınıf ortamında öğrencinin rahatlamasını (%47,1), zamandan tasarrufu (%41,2), hayata uygulanabilir olmasını (%35,2), düşünmeyi (%35,2), özgüveni (%29,4), planlı programlı olmayı (%23,5), dersin sevilmesini (%17,6) ve öğrencinin derse katılmada istekli olmasını (%11,8) sağlaması açısından avantajları olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarından bazılarının ifadeleri şu şekildedir:

“Öğretmen STEM eğitimi kullandığı zaman kesinlikle verim alır. Verim aldığı zaman işini daha istekle yapar ve mutlu olur” (Ö17).

“Zamandan da tasarruf sağlanmış oluyor aslında ben bir dersi üç defa anlatmak yerine bir dersi bir defa yaparak yaşatarak anlatırım bu da STEM ile mümkündür” (Ö12).

“Öğretmen, öğrencileri düşünmeye sevk eder” (Ö7).

“Öğrencinin yaratıcılığını geliştirir. Günlük hayattaki sorunları çözmesine yardımcı olur. Pratik çözümler üretmelerini, hayal gücünü geliştirmelerini ve başarılarını artırır. Sorumluluk sahibi yapar” (Ö9).

“Öğrencinin bilgilerini unutmamasını sağlıyor. Ayrıca öğrencinin grup çalışması sayesinde arkadaşları ile kaynaşma sağlıyor” (Ö8).

“Öğrenci yaparak yaşayarak öğreniyor. Sınıf içi kaynaşmayı yardımlaşmayı sağlıyor. Grup çalışması olduğu için gruptaki sorumluluğu artar” (Ö10).

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırma ile ilgili ortaya çıkan sonuçlar araştırmanın alt problemlerine göre ilgili çalışmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Bu araştırmada STEM eğitimi yaklaşımına uygun geliştirilmiş olan beş farklı modülün ve bu modüllere paralel olarak tümdengelim laboratuvar yaklaşımına uygun deneylerin sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemek ve öğretmen adaylarının STEM ile ilgili görüşlerini belirlemektir. Araştırmadaki verilerden elde edilen sonuçlar aşağıda sırasıyla tartışılmıştır.

Uygulamadan önce ABT ön test olarak her iki gruba uygulanmış ve öğretmen adaylarının ön test puanlarına ilişkin bağımsız-t testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre iki grubun ön bilgi düzeylerinin denk olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalar ve bu çalışmaya paralel çalışmalarda da benzer özellik görülmektedir (Acar, 2018; Akçay, 2018; Akkaya, 2019; Aysu, 2019; Bahşi, 2019; Bilekyiğit, 2018; Büyükbastırmacı, 2019; Ceylan, 2014; Çalışıcı, 2018; Çetin, 2019; Çimentepe, 2019; Dalli, 2019; Doğan, 2019; Doğanay, 2018; Gazibeyoğlu, 2018; Gökçe, 2019; Güven, 2020; İzgi, 2020; Karadeniz, 2019; Karcı, 2018; Kurt, 2019; Macun, 2019; Neccar, 2019; Özasan, 2020; Özcan ve Koca, 2019; Özçakır-Sümen, 2018; Sarıcan, 2017; Soysal, 2019; Tabaru, 2017; Uçar, 2019; Yıldırım ve Altun, 2015). Örneğin; Ceylan (2014) tarafından 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Asit ve Bazlar” konusuna yönelik ön bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Akçay (2018) Fen Bilgisi Öğretmenliği 4. sınıf öğretmen adayları ile yapılan çalışmasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ön bilgilerinin denk olduğu belirlenmiştir. Aysu (2019) tarafından 6. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Kuvvet ve Hareket” ünitesine yönelik ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ön bilgilerinin denk olduğu belirlenmiştir. Karadeniz (2019) tarafından 9. sınıf lise öğrencileriyle yapılan çalışmasında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Üçgenler” ünitesine yönelik ön test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ön bilgilerinin denk olduğu belirlenmiştir. Macun (2019) tarafından 7. Sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında

deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Oran-Orantı ve Yüzdelere” başarı testine yönelik ön test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ön bilgilerinin denk olduğu belirlenmiştir.

Uygulamadan sonra her iki grubun ABT son testinden aldıkları puanlara ilişkin bağımsız-t testi kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre son test puanlarının deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Buradan elde edilen sonuçlara dayanarak STEM eğitimi yaklaşımının tımdengelim laboratuvar yaklaşımına göre öğretmen adaylarının akademik başarılarını artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir. STEM eğitiminin akademik başarıyı artırdığına yönelik literatürde yapılan çalışmalar mevcuttur (Acar, 2018; Akçay, 2018; Akkaya, 2019; Aysu, 2019; Büyükbastırmacı, 2019; Büyükdede, 2018; Ceylan, 2014; Çalışıcı, 2018; Çetin, 2019; Çimentepe, 2019; Dalı, 2019; Doğan, 2019; Doğanay, 2018; Gazibeyoğlu, 2018; Gökçe, 2019; İzgi, 2020; Karcı, 2018; Kurt, 2019; Macun, 2019; Özaslan, 2020; Özcan ve Koca, 2019; Özçakır- Sümen, 2018; Öztürk, 2020; Soysal, 2019; Şahin, 2020; Tabaru, 2017; Uçar, 2019; Yasak, 2017; Yıldırım ve Altun, 2015). Örneğin; Yıldırım ve Selvi (2017) tarafından 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin akademik başarıyı artırdığı sonucuna varılmıştır. Acar (2018) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmasında STEM eğitiminin öğrencilerin, fen bilimleri ve matematik derslerindeki akademik başarıyı artırdığı sonucuna varılmıştır. Özçakır-Sümen (2018) sınıf öğretmenliği adayları ile yapılan çalışmasında STEM eğitiminin geleneksel yöntemlere göre öğretmen adaylarının matematik başarılarını artırdığı sonucuna varılmıştır. Çalışıcı (2018) tarafından 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında “Canlılar ve Enerji İlişkileri” ünitesindeki konular deney grubunda STEM uygulamalarına ağırlık verilerek işlenirken kontrol grubunda ise mevcut öğretim programına göre işlenmiştir. Araştırmanın sonucunda deney grubu öğrencilerinin “Canlılar ve Enerji İlişkileri” ünitesindeki başarılarının mevcut öğretim programının uygulandığı kontrol grubu öğrencilerine göre daha yüksek seviyede çıktığı belirlenmiştir. Akkaya (2019) tarafından 6. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında STEM eğitiminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, yıllık plana göre ders işlenen kontrol grubu öğrencilerine göre akademik başarıyı artırmada deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Büyükbastırmacı (2019) tarafından yapılan 7. sınıf öğrencileriyle

yapılan çalışmada “Kuvvet ve Enerji” başarı testine yönelik STEM eğitiminin yürütüldüğü deney grubu öğrencilerinin Fen Bilimleri ders kitabı işlenerek yürütülen kontrol grubu öğrencilerine göre akademik başarıyı artırmada deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile benzer özellik göstermesinden dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak akademik başarı son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Bahşi, 2019; Bilekyiğit, 2018; Karadeniz, 2019; Neccar, 2019; Sarıcan, 2017). Örneğin; Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencilerinin örneklem olduğu çalışmada deney grubu öğrencilerinin puan ortalaması kontrol grubu puan ortalamasından yüksek olmasına rağmen deney grubu ve kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Karadeniz (2019) tarafından yapılan çalışmada deney grubu lehine anlamlı farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Neccar (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Deney grubunun ABT’den aldıkları ön test puanları ve son test puanlarına ilişkin bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre ön test ve son test puanlarının son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Bu sebeple STEM eğitim yaklaşımının etkili bir yaklaşım olduğu görülmektedir. Literatür incelendiğinde bu çalışma ve bu çalışmaya paralel yapılan çalışmalarda da son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir (Akçay, 2018; Akkaya, 2019; Bilekyiğit, 2018; Büyükbastırmacı, 2019; Büyükdede, 2018; Çetin, 2019; Çevik ve Abdioğlu, 2018; Çimentepe, 2019; Dalli, 2019; Doğan, 2019; Doğanay, 2018; Gazibeyoğlu, 2018; Gökçe, 2019; Irak, 2019; İzgi, 2020; Karadeniz, 2019; Karcı, 2018; Köroğlu, 2019; Kurt, 2019; Neccar, 2019; Özaslan, 2020; Özcan ve Koca, 2019; Özçakır-Sümen, 2018; Öztürk, 2020; Sarıcan, 2017; Uçar, 2019; Tabaru, 2017; Yasak, 2017; Yıldırım ve Altun, 2015). Büyükdede (2018) tarafından İlköğretim Matematik Öğretmenliği 2. sınıf öğretmen adayları ile yapılan çalışmada deney grubu öğretmen adaylarının “İş-Enerji” ve “İtme-Momentum” konularına yönelik başarı testi ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Çetin (2019) tarafından 6. Sınıf öğrencileri ile Fen Bilimleri

dersi “Destek ve Hareket” konusunda 5E modellenli STEM uygulamalarının uygulandığı deney grubunda ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Koroğu (2019) tarafından yapılan çalışmada STEM odaklı etkinliklerin uygulandığı 8. sınıf oğrencilerinin ön test ve son test puanlarına ilişkin anlamlı farklılığın son test lehine olduğu tespit edilmiştir. İzgi (2020) tarafından 7. sınıf oğrencileriyle yapılan çalışmada oğrencilerin ön test ve son test puanlarına ilişkin anlamlı farklılığın son test lehine olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir. Ancak yapılan başka çalışmalarda akademik başarı ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Bahşi, 2019; Bircan, 2019; Bozkurt, 2019). Örneğin; Bircan (2019) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitimi verilen oğrencilerin matematik başarılarında olumlu bir artış olmasına rağmen anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bozkurt (2019) tarafından yapılan çalışmada STEAM yaklaşımı ile yapılmış olan etkinliklerin 7. sınıf oğrencilerinin matematik testine yönelik ön test ve son test puanlarına ilişkin anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Kontrol grubunun ABT’den aldıkları ön test ve son test puanlarına ilişkin bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre ön test ve son test puanlarının son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görölmüştür. Literatür incelendiğinde bu çalışma bulgularına benzer çalışma bulgularının olduğu belirlenmiştir (Akçay, 2018; Bilekyiğit, 2018; Büyükbastırmacı, 2019; Büyükdede, 2018; etin, 2019; imentepe, 2019; Doğan, 2019; Doğanay, 2018; Gazibeyoğu, 2018; Gökçe, 2019; İzgi, 2020; Karadeniz, 2019; Kurt, 2019; Neccar, 2019; Özçakır-Sümen, 2018; Öztürk, 2020; Sarıcan, 2017; Tabaru, 2017; Uçar, 2019; Yasak, 2017). Gazibeyoğu (2018) tarafından 7. sınıf oğrencileriyle yapılan çalışmasında mevcut programa göre oğretimin yapıldığı kontrol grubu oğrencilerinin “Kuvvet ve Enerji” ünitesine yönelik ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Gökçe (2019) tarafından 7. sınıf oğrencileri ile yapılan çalışmasında mevcut programa göre oğretimin yapıldığı kontrol grubu oğrencilerinin Fen Bilimleri dersinde “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitesine yönelik ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Kurt (2019) tarafından 6. sınıf oğrencileri ile yapılan çalışmasında Fen Bilimleri dersi oğretim

programında yer alan “Elektriğin İletimi” ünitesine yönelik müfredata bağlı olarak gerçekleşmiş olan öğretimin kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak kontrol grubu ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Akkaya, 2019; Bahşi, 2019; Özcan ve Koca, 2019; Yıldırım ve Altun, 2015). Özcan ve Koca (2019) tarafından yapılan 7. sınıf öğrencileriyle “Basınç” konusunun kontrol grubunda mevcut programa göre öğretilmesi ile öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Uygulamadan önce BSBT ön test olarak her iki gruba uygulanmış ve ön testten aldıkları puanlara ilişkin Mann-Whitney U testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre her iki grubun ön bilgi düzeylerinin denk olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda da benzer özellik görülmektedir (Abanoz, 2020; Akçay, 2018; Akın, 2019; Aydın, 2019; Bahşi, 2019; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; Gökbayrak ve Karışan, 2017; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kavak, 2019; Kavak, 2020; Şimşek, 2019). Tabaru (2017) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney ve kontrol grubu temel süreç becerileri ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Aydın (2019) tarafından okul öncesi öğrencileri ile yapılan çalışmada deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ön test puanlarının birbirine denk olduğu belirlenmiştir. Kale (2019) tarafından okul öncesi öğretmenleri ile yapılan çalışmada deney grubu ve kontrol grubu öğretmenlerinin bilimsel süreç becerileri ön test puanlarının birbirine denk olduğu tespit edilmiştir. Kavak (2019) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney grubu öğrencilerinin ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ortalama puanlarının birbirine yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Ünal ve Aksüt (2021) tarafından 4-6 yaş çocuklarıyla yapılan çalışmalarında bilimsel süreç becerileri ölçeği ön test puanları arasında gözlem, sınıflama, verileri kaydetme ve sonuç çıkarma alt boyutlarında anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak tahmin etme ve ölçme alt boyutlarında kontrol grubu lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Uygulamadan sonra BSBT son test olarak her iki gruba uygulanmış ve son testten aldıkları puanlara ilişkin bağımsız- t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde STEM eğitim yaklaşımının bilimsel süreç beceri gelişiminde deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu çalışmalara rastlanılmıştır (Abanoz, 2020; Akçay, 2018; Aydın, 2019; Bozkurt, 2014; Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes, 2013; Çimentepe, 2019; Gökbayrak ve Karışan, 2017; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kavak, 2019; Kavak, 2020; Şimşek, 2019; Ünal ve Aksüt, 2021; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Gökbayrak ve Karışan (2017) tarafından Fen Bilimleri öğretmen adayları ile yapılan çalışmada deney grubuna STEM temelli araştırma-sorgulama yaklaşımına dayalı fen laboratuvar uygulamaları, kontrol grubuna ise tümevarımsal yaklaşıma dayalı fen laboratuvar uygulamaları uygulanarak öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın sonucunda deney ve kontrol grubunun bilimsel süreç beceri testi başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Çimentepe (2019) tarafından 6. sınıf öğrencileriyle Fen Bilimleri dersinde “Kuvvet ve Hareket” ünitesi yönelik deney ve kontrol gruplu çalışmada, deney grubuna STEM etkinlikleriyle desteklenmiş öğretim programı uygulanırken kontrol grubuna ise mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda, deney ve kontrol grubu öğrencilerin Bilimsel Süreç Beceri Ölçeği son test puanlarına ilişkin deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir. Kavak (2019) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM uygulamalarının yapıldığı deney grubunda STEM uygulamalarının yapılmadığı kontrol grubuna göre öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ortalama puanlarının deney grubu lehine anlamlı düzeyde bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Abanoz (2020) tarafından okul öncesi öğrencileri ile yapılan çalışmada deney grubu öğrencileri ile 12 hafta boyunca haftada 1 gün STEM eğitim yaklaşımına uygun fen etkinlikleri yapılırken, kontrol grubu öğrenci ile müfredata yönelik etkinlikler yapılmıştır. Uygulama sonucunda BSBT son test olarak her iki gruba da uygulanmış ve puanların deney grubu lehine anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu araştırma sonuçlarına göre STEM eğitim yaklaşımının mevcut uygulanan eğitim yaklaşımlarına göre bilimsel süreç becerilerini geliştirmede daha etkili olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar çalışmamızı

destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak bilimsel süreç becerilerinin deney-kontrol grubunda anlamlı farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Akın, 2019; Bahşi, 2019; Choi ve Hong, 2013; Doğan, 2019; Tabaru, 2017) Örneğin; Choi ve Hong (2013) tarafından ilkokul öğrencileriyle yapılan çalışmada STEAM öğretim materyallerinin öğrencilerin duyuşsal alanlarını ve bilimsel bilgilerini deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine önemli ölçüde fark olduğu görülürken, bilimsel süreç becerilerinde önemli ölçüde artmadığı sonucuna varılmıştır. Tabaru (2017) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin temel süreç becerileri ölçeği son test ortalama puanlarına göre deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ve grupların temel süreç becerilerinin denk olduğu sonucuna varılmıştır. Akın (2019) tarafından 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel süreç beceri son testlerine ilişkin anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Deney grubunun BSBT'den aldıkları ön test puanları ve son test puanlarına ilişkin bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Alanyazın incelendiğinde deney grubunun ön test- son test arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu ve literatürde benzer çalışmaların olduğu belirlenmiştir (Abanoz, 2020; Akçay, 2018; Akın, 2019; Bahşi, 2019; Bal, 2018; Gökbayrak ve Karışan, 2017; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kavak, 2019; Sullivan, 2008; Ünal ve Aksüt, 2021; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Sullivan (2008) tarafından yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin 11-12 yaş grubu öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini olumlu olarak etkilediği sonucuna varılmıştır. Yamak vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitiminin 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Bal (2018) tarafından okul öncesi öğrencileri ile yapılan çalışmada deney grubu öğrencilerin BSBT ön test ve son test puanları arasında son test lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak bilimsel süreç becerileri ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Akca, 2020; Doğan, 2019). Akca (2020) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmada rehberli sorgulamaya dayalı robotik

etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Kontrol grubunun BSBT'den aldıkları ön test puanları ve son test puanlarına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre son test lehine anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Alan yazın incelendiğinde bu çalışmaya paralel çalışmalarda da ön test- son test arasında son test lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir (Abanoz, 2020; İzgi, 2020; Kale, 2019; Kavak, 2019; Tabaru, 2017). Ancak yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak BSBT'nin ön test-son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Akca, 2020; Akçay, 2018; Akın, 2019; Bahşi, 2019; Bal, 2018; Çimentepe, 2019; Doğan, 2019; Gökbayrak ve Karışan, 2017).

Deney grubu ABT son test puanları ve kalıcılık testi ortalama puanlarına ilişkin bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre, STEM eğitimi yaklaşımının öğrenmenin gerçekleştirildiği deney grubunda akademik başarı testi ile ilgili bilgilerinin uygulama sonlandıktan 4 hafta sonra kalıcılığın sağlandığı söylenebilir. Literatür incelendiğinde benzer sonuçların olduğu çalışmalara da rastlanılmıştır (Bilekyiğit, 2018; Gökçe, 2019; Neccar, 2019; Yıldırım, 2016). Yıldırım (2016) tarafından 7. Sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada birinci deney grubu ve ikinci deney grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi puan ortalamasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuca göre deney gruplarında uygulanan yöntemler olan STEM uygulamaları (Deney 1) ve STEM uygulamaları ve tam öğrenme (Deney 2) kalıcı olmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmada öğrencilerin son test ve kalıcılık test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre deney grubu öğrencilerinin konu ile ilgili bilgilerinin kalıcı olduğu söylenebilir. Karadeniz (2019) tarafından yapılan çalışmada son test ve kalıcılık testi puanları arasında kalıcılık testi lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre STEM etkinliklerinin üçgenler konusundaki başarının kalıcılığını sağlamada etkili bir yöntem olduğunu söylenebilir. Elde edilen sonuçlara göre STEM eğitim

yaklaşımının uygulandığı gruplarda kalıcılığın sağlandığı söylenebilir. Bu sonuçlar çalışmamızı destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak Sarıcan (2017) tarafından 6. Sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada deney grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi ortalamaları arasında son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu ve kalıcılığın sağlanmadığı tespit edilmiştir.

Kontrol grubu ABT son test puanları ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin bağımlı-t testi kullanılmış ve analiz sonuçlarına göre son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre tümdengelim laboratuvar yaklaşımının gerçekleştirildiği kontrol grubunda akademik başarı testi ile ilgili bilgilerinin uygulama sonlandıktan 4 hafta sonra kalıcılığın sağlanmadığı söylenebilir. Literatür incelendiğinde bu çalışmaya paralel yapılan çalışmalarda son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı farklılığın olduğu ve kalıcılığın sağlanmadığı çalışmalara rastlanılmıştır (Bilekyiğit, 2018; Gökçe, 2019; Karadeniz, 2019). Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmada son test ve kalıcılık test puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol grubu öğrencilerinin konu ile ilgili bilgilerinin daha az kalıcı olduğu bilgi seviyelerinin korunmadığı belirlenmiştir. Karadeniz (2019) tarafından yapılan çalışmada son test ve kalıcılık testi puanları arasında son test lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca göre uygulanmış olan yöntem ve tekniğin bilgilerin kalıcılığında etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak alan yazın incelendiğinde bu çalışma bulgularından elde edilen bulgulardan farklı olarak kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ve kalıcılığın sağlandığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Neccar, 2019; Sarıcan, 2017; Yıldırım, 2016). Yıldırım (2016) tarafından 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Sarıcan (2017) tarafından 6. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada kontrol grubu öğrencilerinin son test ve kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Neccar (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmada son test ve kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ve kalıcılığın sağlandığı sonucuna varılmıştır.

Uygulamadan 4 hafta sonra her iki gruba da uygulanan ABT kalıcılık testi analiz sonuçlarına göre, her iki grupta da paralel olarak belirlenmiş konuların STEM eğitimi yaklaşımına göre işlenmesinin, tümdengelim laboratuvar yaklaşımına göre daha kalıcı bir yöntem olduğu söylenebilir. Alanyazın incelendiğinde STEM eğitiminin kalıcılığı sağladığına yönelik çalışmalara rastlanılmıştır (Aysu, 2019; Doğan, 2019; Gökçe, 2019; Karadeniz, 2019; Yıldırım, 2016). Doğan (2019) tarafından 7. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmasında deney ve kontrol grubu  ğrencilerine “Elektrik Enerjisi Başarı Testi” kalıcılık testi olarak uygulanmış ve deney grubu lehine anlamlı farklılığın olduğu belirlenmiştir. Yıldırım (2016) tarafından 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmasında öğrencilerin kalıcılık puan ortalamaları deney grupları ve kontrol grubu arasında deney grupları lehine anlamlı bir farklılığın olduğu belirlenmiştir. Biçer (2019) tarafından 5. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmasında bilgilerin kalıcılığı sağlandığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre STEM eğitim yaklaşımının çalışmalarda uygulanan mevcut yöntemlere göre daha kalıcı olduğu söylenebilir. Araştırmalarda elde edilen bu sonuçlar çalışmamızda benzer özellik göstermesinden dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Ancak bu çalışmadan elde edilen bulgulardan farklı olarak deney ve kontrol grubu  ğrencilerinin kalıcılık testi ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı çalışmalara da rastlanılmıştır (Bilekyiğit, 2018; Neccar, 2019; Sarıcan, 2017). Sarıcan (2017) tarafından 6. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmasında deney grubu  ğrencilerinin kalıcılık testi ortalama puanları kontrol grubuna göre yüksek olmasına rağmen her iki grubun kalıcılık testi ortalama puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı ve birbirine denk olduğu söylenebilir. Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmasında deney grubu ve kontrol grubu  ğrencilerinin kalıcılık testleri arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı ancak deney grubu  ğrencilerinin puanlarının kontrol grubu  ğrenci puanlarından daha yüksek çıktığı sonucuna varılmıştır. Neccar (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmasında deney ve kontrol grubu  ğrencilerinin kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir.

Uygulama  ncesinde Deney grubu öğrencilerine yönlendirilen “STEM nedir?” sorusuna yönelik  ğretmen adaylarının %70,5’lik gibi büyük bir kısmı STEM ile ilgili bilgilerinin olmadığını ifade ederken yalnızca bir  ğretmen adayının

tam bir tanım yapmamasına rağmen STEM ile ilgili eksik bilgiye sahip olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda STEM'in tanımına yönelik araştırma bulgularına rastlanılmıştır (Akkaya, 2019; Boyraz ve Bilican, 2020; Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Çevik, Danıştay ve Yağcı, 2017; Kesgin, 2019; Kırtı, 2019; Özdemir ve Cappellaro, 2020; Srikoorn, Hanuscin ve Faikhamta, 2017). Srikoorn, Hanuscin ve Faikhamta (2017) tarafından yapılan çalışmada öğretmenlerin büyük bir kısmının STEM eğitiminin tanımını yapamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmasında uygulama öncesinde öğrencilerinin %76,9' luk kısmının STEM ile ilgili bilgilerinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Can ve Uluçınar-Sağır (2018) sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmalarında STEM ile görüşleri ile ilgili olarak öğretmenlerden 7'si STEM ile ilgili bilgilerinin olmadığı, 3'ü disiplinler arası bir yaklaşım olduğu 1'i ise ürün ortaya konulması olarak ifade etmiştir. Akkaya (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmasında uygulama öncesinde öğrencilerin büyük çoğunluğu STEM eğitimi hakkında bilgi sahibi olmadığını ifade etmişlerdir. Kesgin (2019) tarafından öğretmen adayları ile STEM ile ilgili görüşmeler sonucunda; öğretmen adaylarının STEM'e yönelik düşüncelerinin olumlu olmasının yanı sıra bilgi eksikliklerinin olduğu ve görüşmeye katılan öğretmen adaylarının büyük bir kısmının STEM'in tanımını bilmedikleri tespit edilmiştir. Özdemir (2019) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmasında STEM'in tanımını %86,6'luk büyük bir kısmı yapamadığını, %13,4'lük kısmı ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak tanımlamışlardır. Özgüner (2019) tarafından bilgisayar ve öğretim teknolojileri öğretmen adayları ile yapılan çalışmasında öğretmen adaylarının büyük bir kısmı (%73,3) STEM'i ilk defa duyduklarını ifade ederken bir kısmı (%26,7) ise disiplinler arası ilişki olarak ifade etmişlerdir. Boyraz ve Bilican (2020) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada öğretmenlerin STEM kavramını daha önce hiç duymadıkları için STEM'in tanımını yapamadıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çalışmalarda örneklem gruplarının büyük bir kısmının STEM'in tanımını yapamadığı bu sebeple çalışmamızı desteklediği görülmektedir. Bu sonuçlardan farklı olarak örneklem grubunun büyük bir kısmının STEM'i duyduklarını ve tanımını yapabildikleri çalışmalara da rastlanılmıştır. Örneğin; Alkılınç (2019) tarafından öğretmenler ile yapılan çalışmasında öğretmenlerin %63'ü STEM'i daha

önce duyduğu %38'i ise daha önce duymadığını ifade etmişlerdir. Kırte (2019) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmada STEM yaklaşımı ile ilgili tanımlamaları; %39'u farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını sağlayan bir eğitim yaklaşımı olarak, %37,3'ü konu ile ilgili fikirlerinin olmadığı, %14'i fen bilimleri ve mühendislik alanlarının çalışmasını sağlayan eğitim sistemi olduğu ve %9,6'sı ise bilişim teknolojilerinin fen dersinde kullanılmasını sağlayan bir eğitim yaklaşımı olarak ifade etmişlerdir.

Uygulama sonrasında Deney grubu öğrencilerine yönlendirilen “STEM nedir?” sorusuna yönelik öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%82,3'ü) STEM'in fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarıyla ilgili olduğu yaparak yaşayarak öğrenilen bir eğitim olduğu, yararlı bir yöntem olduğu, öğrenci merkezli bir yöntem olduğu, alanların birbiriyle işbirliği yaptığı, öğrenmede kalıcılığı sağlayan bir yöntem olduğu, ürün tasarlama olduğu, fen ve matematik ağırlıklı olduğu, mühendislik süreci olduğu ve fen, matematik ve teknoloji alanları ile ilgili olduğunu ifade etmişlerdir. Literatür incelendiğinde bu çalışmadan elde edilen bulgular ile benzer bulguların olduğu çalışmalara rastlanılmıştır. Örneğin; Bakırcı ve Kutlu (2018) fen bilimleri öğretmenleri ile görüşmeleri sonrasında STEM'in tanımını; fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik ve disiplinler arası yaklaşım olarak tanımlamanın yanı sıra; probleme çözüm bulma, iş birliği, araştırmaya dayalı öğrenme, ürün oluşturma süreci, öğrenci merkezli yaklaşım ve öğrenme ve yaşam alanı olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; fen bilimleri, matematik, teknoloji, mühendislik, disiplinler arası yaklaşım, öğrenci merkezli yaklaşım, ürün oluşturma süreci, öğrenci merkezli yaklaşım görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer görüşler olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Belek (2018) tarafından fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmada STEM etkinlikleri sonucunda yapılan son görüşmede öğretmen adaylarının tamamı STEM'i fen, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinden oluşan bir yaklaşım olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşler çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Bilekyiğit (2018) tarafından lise öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili düşüncelerini faydalı, eğlenceli, güzel, ileriye düşündüren ve geniş kapsamlı bir uygulama olarak ifade ederken faydası olmayan bir uygulama olarak da düşünce bildiren

öğrencilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu görüşlerden; faydalı görüşü çalışmamızdaki görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Karadeniz (2019) tarafından 9. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM yaklaşımının tanımı; disiplinler arası yaklaşım, akademik başarı, yaratıcılık, yaparak yaşayarak öğrenme, psikomotor becerileri ve iletişim ve iş birliği olarak farklı kategorilerde tanımlamışlardır. Bu görüşlerden; disiplinler arası yaklaşım ve yaparak yaşayarak öğrenme çalışmamızda elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Özgüner (2019) tarafından bilgisayar ve teknolojileri öğretmen adayları tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının STEM eğitimi uygulandıktan sonra öğretmen adayları STEM'i; disiplinler arası yaklaşım, proje tabanlı öğrenme, 21. yy. becerilerini geliştirme, iş birliği, probleme çözüm bulma, anlamlı öğrenme, yaratıcılık ve hayal gücünü artırma ve öğrenci merkezli yaklaşım olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; disiplinler arası yaklaşım ve öğrenci merkezli yaklaşım çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Söldür (2019) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada STEM uygulamaları sonucunda sınıf öğretmenlerinin STEM eğitimi; disiplinler arası yaklaşım ve 21. yy. becerileri olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden, disiplinler arası yaklaşım görüşü çalışmamızdan elde edilen görüşlerle benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Şahin (2019) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmada öğretmenler STEM'in tanımını; disiplinlerin bileşimi, ürünün ortaya çıkması, işbirlikli öğrenme, yaratıcı düşünme, aktif katılım, öğrenci merkezli, eğlenceli dersler ve hayal gücü geliştirme olarak görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden; disiplinlerin bileşimi, ürünün ortaya çıkması ve öğrenci merkezli görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Abacı (2020) tarafından fen bilimleri öğretmen adayları ile yapılan çalışmada öğretmen adayları STEM'i; fen, matematik, teknoloji ve mühendislik ile birden fazla disiplinin bir araya gelerek disiplinleri bütünleştirme ile eğitimin gerçekleştiği, 21. yy. becerileri ve günlük hayat problemleri olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; fen, matematik, teknoloji ve mühendislik ile birden fazla disiplinin bir araya gelerek disiplinleri bütünleştirme ile eğitimin gerçekleştiği görüşü çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Atalay (2020) tarafından sınıf

öğretmenleriyle yapılan çalışmada STEM'in tanımı ile ilgili olarak öğretmenler birden fazla görüş bildirmişlerdir. Öğretmenlerden 18'i STEM'i tanımlarken 6 öğretmen ise tanımlayamamıştır. Öğretmenler STEM'i; günlük yaşam ile ilişkilendirme, buluşlar ortaya çıkarma, fen dersindeki etkinlikler, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik, fen ve matematik derslerinin teknoloji ve mühendislik alanlarına uygulanması, eğitimde bilimsellik ve projeler yapmak, kalıcı öğrenmeyi sağlama, bilimsel ve deneysel tüm etkinlikler, öğrenciyi motive eden ve ilgi alanlarına yönlendiren alan, eğitim ve öğretimde daha iyi, yeni materyal ve uygulamalar, fen alanı ile ilgili bilimsel araştırmalara yönelik öğrencileri yönlendirme olarak görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ve kalıcı öğrenmeyi sağlama görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Özdemir ve Cappellaro (2020) çalışmalarında sınıf öğretmenlerinin STEM eğitimi en çok fen bilimleri dersi ile ilişkilendirdikleri ve matematik, teknoloji ve mühendislikle ilişkilendirme oranlarının daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Öğretmen adaylarına yönlendirilen ikinci görüşme sorusu ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin STEM'deki rolünün ne olduğu ile ilgilidir. Öğretmen adayları fen disiplini ile ilgili olarak büyük oranla (%82,3) fen konuları ile ilgili olduğunu ifade ederken ayrıca fen deneyleri ile ilgili olduğu, ürün tasarlama, gözlem yapmayı ve düşünmeyi sağladığını da ifade etmişlerdir. Teknoloji disiplinini ise büyük oranla (%64,7) kullanılan malzemeler olarak ifade ederken ayrıca oluşturulan ürün ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Matematik disiplinini ise kullanılan malzemelerin ölçülerini belirlediğini, açılar ve sayıları belirlediğini, kullanılan malzemelerin oranlarını, üründe kullanılacak malzemenin ne kadarının kullanılacağını ve tahmin etmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Mühendislik disiplinini ise büyük oranla (%88,2) mühendislik tasarım süreci ile ilgili olduğu ayrıca mühendis gibi çalışma, STEM alanlarını birbirine bağladığı ve oluşturulan ürün ile ilgili olduğuna yönelik görüş bildirmişlerdir. Alanyazın incelendiğinde bu çalışma bulgularına yönelik çalışma bulgularının olduğu tespit edilmiştir. Bek-Gümüş (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmada öğrencilerin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi mühendislik için; matematik, fen ve teknoloji bilgisi gerektiği, fen bilimlerinde matematiksel işlemlerin yer aldığı ve matematik dersinde fen bilimleri

ile ilgili bilginin olmadığını ifade etmişlerdir. Belek (2018) tarafından fen bilimleri öğretmen adaylarıyla yapılan çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının fen bilimleri ile arasındaki ilişkiye yönelik öğretmen adayları; fen bilimleri dersinde kullanılan fizik, kimya ve biyoloji dersleri ile ilişkilendirdikleri, fenin zaten STEM içerisinde bir disiplin olduğu için doğrudan ilişkili olduğu, fen bilimlerinin çocuğun yaratıcılığını geliştirdiği, STEM’de çocuğun yaratıcı düşünmeye teşvik etmesi açısından ilişkili olduğu ve STEM eğitimi öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenmesini sağlaması, fen dersinde teknoloji ve matematikten yararlanılması açısından STEM ile ilişkili olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden; fen bilimleri dersinde kullanılan fizik, kimya ve biyoloji dersleri ile ilişkilendirdikleri görüşü çalışmamızdaki fen konuları görüşü ile, STEM’de çocuğun yaratıcı düşünmeye teşvik etmesi görüşünün ise çalışmamızdaki düşünmeyi sağlaması görüşü ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Ünal (2019) tarafından ortaokul matematik öğretmenleriyle yapılan çalışmada, öğretmenlerin STEM etkinliklerini matematik ile ilişkilendirdikleri konu ve kazanımlarını; oran-orantı, geometri (eğim, açı, uzunluk, alan, çember), koordinat sistemleri, denklemler, veri analizi, eğim, sayılar ve cebirsel ifadeler olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; oran-orantı ve geometri (eğim, açı, uzunluk, alan, çember) görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Yazıcı (2019) tarafından yapılan çalışmada mühendislik alt boyutunda öğrenci görüşlerine göre kendilerini mühendis gibi hissettikleri ve mühendislerin karşılaşmış oldukları problemleri çözerken zorluklar ile deneyim kazanmış olduklarını ifade etmişlerdir. Bu görüşler çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğunda dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Değirmenci (2020) tarafından öğretmenler ile yapılan çalışmada STEM uygulamalarını mühendisliğe nasıl entegre ettikleri ve STEM uygulamalarına teknolojiyi entegre ederken ne tür uygulamalar yaptıkları ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Öğretmenler STEM uygulamalarını mühendisliğe; mühendislik tasarım süreçleri, farklı modeller olan 5E ve 7E modelini kullanarak rehberlik etmek, basit materyaller ile öğrencilerin model ve ürün oluşturmalarını sağlamak, yeni teknolojileri kullanarak öğrencilerin daha verimli ürün tasarımı yaptırmaya çalışarak, öğrencilerin konu ile ilgili hayal kurmalarını sağlayarak özgün fikirler üretmesine tavsiyeler ve imkan sunma olarak görüş bildirirken teknolojiyi entegre ederken

uygulamaların; Wed 2.0 araçlarını kullanmak, internetten bilgi erişimi ve paylaşımı yapmak, block programlama-kodlama yapmak, konu ile ilgili eski-yeni teknolojileri kullanarak basit uygulanabilir ekonomik teknolojileri kullanmak, robotik uygulamalar yapmak, çeşitli program ve uygulamaları kullanmak, 3D yazıcılarda ürün tasarlamak olarak görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden, mühendislik disiplini, mühendislik tasarım süreçleri ile teknoloji disiplinini ise basit materyaller ile öğrencilerin model ve ürün oluşturması olarak STEM disiplinine entegre ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu görüşler çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir.

Öğretmen adaylarına yönlendirilen üçüncü görüşme sorusunu ise kaliteli bir STEM eğitiminin ne olduğu ile ilgilidir. Öğretmen adayları kaliteli bir STEM eğitimi için malzemelerin yeterli olması, öğretmenin nitelikli olması, uygun ortam olması öğretmenin sorumluluğunu bilmesi, öğrencilerin derse katılımında istekli olması, öğrencilerin uygulama öncesinde STEM eğitimi ve MTS ile basamaklarının ne olduğu ile ilgili ön bilgilerinin olması, her bir modülün gerçekleştirmesi için ayrılan zamanın yeterli olması, öğretmenin sorular sorarak öğrenciyi derse teşvik etmesi, modüllerde yer verilen senaryolarda problem durumunun gerçek hayatta yaşanabilecek bir problem olması ve problemlerin öğrencinin anlayabileceği, ilgi ve isteklerini karşılayabilecek problem durumu yani seviyelerine uygun olması, uygulanması planlanan STEM eğitiminin sınıf mevcudunun az olması gerektiği, öğretmenin öğrencilerin sorularına dönüt vermesi, STEM eğitimi veren öğretmenin dersi uygulamada istekli olması, öğretmenin karşılaşılabilecek sorunlara karşın sabırlı olması ve öğrencinin grup içerisindeki görevi ve MTS basamaklarında yapması gerektiği uygulamaları ve MTD'de doldurulması gereken bölümleri yani sorumluluklarını bilmesi gerektiğine yönelik görüş bildirmişlerdir. Literatür incelendiğinde bu çalışmada elde edilen sonuçlarla benzer sonuçların olduğu çalışmalara rastlanılmıştır. Can ve Uluçınar-Sağır (2018) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmada STEM entegrasyonuna dayalı fen öğretiminin başarılı bir şekilde uygulanması için öğretmen adaylarının görüşleri; STEM eğitimi konusunda öğretmenlere bilgilendirici ve eğitici çalışmaların yapılması, sınıf mevcutlarına standartlar getirilmesi, eğitim ortamını bu yaklaşıma uygun hale getirerek donanım olarak eksikliklerin giderilmesi, öğrencinin üretmeye teşvik

edilmesi, derslerde teknolojinin kullanılmasına ağırlık vermesi ve deney ile ilgili düzenleme sıklığı ile ilgili çalışmaların arttırılması olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; sınıf mevcudu, donanım olarak eksikliklerin giderilmesi ve öğrencinin teşvik edilmesi görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Erdem (2019) tarafından yapılan çalışmada 5. sınıf öğrencileri ve fen bilimleri öğretmenleri STEM uygulamasının daha etkili olması için önerilerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin önerileri; farklı etkinliklerin yapılması, etkinliklere yönelik afiş hazırlanması, ünitenin müfredat sonunda olmaması, tasarlanan ürünlerin sunulması, öğretici oyunlarla desteklenilmesi, uygulama ile ilgili gezi yapılması, uygulamaya ayrılan sürenin artırılması, etkinlik sayısının artırılması ve etkinlikler ile ilgili yarışma yapılması olarak görüş bildirirken, öğretmenler ise; malzemelerin temin edilmesi, öğretmenin yeterli olması, alt yapı eksikliği giderilmesi, uygun öğretme ortamı oluşturulması, ders saati artırılması, ders içeriği sade olması, öğretmenin eğitim alması, programda ayrı bir ders olarak yer alması, tüm sınıf düzeylerinde uygulanması, ortaya çıkan ürünlerin sergilenmesi olarak görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden öğretmen görüşleri; malzemelerin temin edilmesi, öğretmenin yeterli olması ve uygun öğretme ortamı oluşturulması çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. İmir (2019) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada öğretmenler STEM eğitiminin etkili bir şekilde uygulanması ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Öğretmenlerin görüşleri; eğitim eksikliği, tecrübelerim, imkanların yetersizliği, görev yaptığım bölgeler ve eğitim aldım olarak kodlanmıştır. Söldür (2019) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada STEM eğitiminin başarılı bir şekilde yürütülmesi için gerekli şartların; materyalin sağlanması, okullara teknolojik alt yapı sağlanması, STEM laboratuvarları kurulması, öğretmenlere STEM'e yönelik hizmet içi eğitim verilmesi, sınıf öğrenci sayısı azaltılması, STEM'in müfredata girmesi ve lisans düzeyinde STEM eğitiminin verilmeye başlanması, öğretmenin disiplinlere hakim olması ve STEM hakkında teşvik sunulması gerektiği ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden; materyalin sağlanması ve okullara teknolojik alt yapı sağlanması görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Şimşek (2019) tarafından fen bilimleri öğretmenleri ile yapılan çalışmada fen bilimleri

dersinde STEM eğitiminin etkin bir şekilde yapılması için yardımcı faktörleri; öğretmenin STEM eğitimi ile ilgili bilgi sahibi olması, STEM eğitiminde kendine güvenmesi, STEM eğitiminin önemini bilmesi, okulda araç gereç malzeme ve laboratuvarın bulunması, sınıf mevcudunun kalabalık olmaması, STEM dersliklilerinin ve etkileşimli öğrenme ortamların bulunması, öğrencinin hazırbulunuşluğunun uygun olması istekli olması ve STEM eğitiminin ne olduğu öğrenciye anlatılması, uygulamanın sonunda öğrencinin olumlu dönüt vermesi, eğitim sisteminin yeniden düzenlenmesi, velilerin ve idarenin testteki başarı yerine ürün geliştirmeyi önemsemesi yönünde görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden; öğretmenin STEM eğitimi ile ilgili bilgi sahibi olması, okulda araç gereç malzeme ve laboratuvarın bulunması, sınıf mevcudunun kalabalık olmaması, öğrencinin hazırbulunuşluğunun uygun olması istekli olması ve STEM eğitiminin ne olduğu öğrenciye anlatılması, uygulamanın sonunda öğrencinin olumlu dönüt vermesi görüşlerinin çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan dolayı çalışmamızı desteklediği görülmektedir. Akkoyun (2020) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada STEM temelli etkinliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması için gerekli olan koşulların; zaman yönetimi, öğretmen bilgi ve becerisinin yeterli olması, grup çalışması, materyal, derse hazırlık ve fiziksel ortam (donanım) olması olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşler çalışmamızdan elde edilen görüşler benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Srikoorn, Hanuscin ve Faikhanta'nın (2017) öğretmenlerin STEM alanlarındaki uzmanlık bilgileri ile bu eğitimin kalitesini artırmaktadır. Bu sebeple kaliteli bir STEM eğitimi için öğretmenlerde de bulunması gereken birtakım özelliklerin olması gerekmektedir. Örneğin; Özdemir (2019) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmada STEM eğitimini uygulayan bir öğretmende bulunması gereken özellikleri; STEM alan bilgisine sahip olma, öğretim yöntem ve tekniklerine hâkim olma, teknoloji okuryazarı olma, yenilikçi olma, uygulamaya istekli ve inançlı olma, gelişmelere açık olma, araştırmacı olma, yaratıcı olma, iş birliğine önem verme, el becerisi yüksek olma ve öğrencilere rehber olma olarak düşüncelerini ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; STEM alan bilgisine sahip olma, uygulamaya istekli, inançlı olma ve öğrencilere rehber olma görüşleri ile çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer görüşler olduğundan dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Değirmenci (2020)

tarafından yapılan çalışmada STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM uygulamalarının daha başarılı uygulanması için önerilerde bulunmuşlardır. Bu öneriler genel olarak; öğretmenlere STEM eğitimlerinin uzun zamana yayılarak düzenli verilmesi ve STEM eğitimlerinin yaygınlaştırılarak uzman kişiler tarafından eğitimlerinin verilmesi, okullarda öğretmenlere daha fazla uygulama yapılması, öğrencilerin ilgilerini çekebilecek etkinlikler yapılması ve öğrenciler teşvik edilmesi, ilkokuldan itibaren öğrencilere STEM eğitimi ve mühendislik eğitimi verilmesi gerektiği, devlet tarafından ekonomik olarak yatırım sağlanarak malzeme ve teknik alt yapının giderilmesi, sınıf düzenleri STEM'e uygun yapılmalı ve sınıf öğrenci sayısının azaltılması gerektiği, üniversitelerde STEM eğitimi derslerinin konularak zorunlu hale getirilmesi, ders içerikleri değiştirilerek STEM eğitim anlayışını müfredata konulması olarak görüş bildirmişlerdir. Bu önerilerden; öğrencilerin ilgilerini çekebilecek etkinlikler yapılması, öğrencilerin teşvik edilmesi, devlet tarafından ekonomik olarak yatırım sağlanarak malzeme ve teknik alt yapının giderilmesi, sınıf düzenleri STEM'e uygun yapılmalı ve sınıf öğrenci sayısının azaltılması gerektiği görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Öğretmende bulunması gereken özelliklerin yanı sıra öğrencide de bulunması gereken özelliklerin olması, ortamın STEM eğitime uygun olması ve öğrenme materyallerinin de STEM eğitime uygun olması gerekmektedir. Örneğin; Şahin (2019) tarafından fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan çalışmada STEM eğitimi için öğretmenin rolü, öğrencinin rolü STEM eğitimi uygulanacak ortamda olması gereken özellikler ve STEM eğitiminde kullanılacak öğrenme materyalleri ile ilgili öğretmen adayları görüş bildirmişlerdir. Fen bilgisi öğretmen adayları öğretmenin rolünü; yol gösterici, merak uyandıran, tarafsız, çok yönlü düşünebilen, iyi bir gözlemci ve güler yüzlü olması, düşünebilen, teknolojiyi bilen, sabırlı olan ve pratik olan, öğrencinin rolünü; probleme çözüm üretebilen, çok boyutlu düşünen, sorgulayan, meraklı, aktif olabilen, ürün ortaya koyabilen, istekli, günlük hayat ile bağlantı kurabilen ve grup çalışmasına yatkın, STEM eğitiminin uygulanacağı öğrenme ortamının ise; geniş ve rahat, donanımlı, grup çalışmasına elverişli, laboratuvar ortamı, atölye ortamı ve günlük yaşam şartlarına sahip ortam olması, STEM eğitiminde kullanılacak öğrenme materyallerinin; STEM disiplinlerine uygun, dikkat çekici, merak duygusu

uyandıran, yaş düzeyine uygun, düşünmeye sevk eden, dayanıklı, günlük hayattan, problem durumuna uygun, güvenli ve teknolojik materyal olarak görüş bildirmişlerdir. Bu görüşlerden, öğretmenin; yol gösterici ve sabırlı olması, öğrencinin; istekli olması ve grup çalışmasına yatkın olması, STEM eğitiminin uygulanacağı ortamın ise; grup çalışmasına elverişli olması, STEM eğitiminde kullanılacak öğrenme materyallerinin; yaş düzeyine uygun ve günlük hayattan olması görüşlerinin çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olmasından dolayı çalışmamızı desteklemektedir.

Öğretmen adaylarına yönlendirilen dördüncü görüşme sorusu ise, STEM eğitiminin avantajlarının ne olduğu ile ilgilidir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin avantajlarını; büyük oranda gelişmeyi sağladığı (%94,1) ve aktif olmayı sağladığı (%82,3) ayrıca verimli olmayı, mutlu olmayı, bilgilerin kalıcı olmasını, sosyalleşmeyi, eğlendirmeyi, öğrenmede kolaylaştırmayı sağladığı, sınıf ortamında öğrencinin rahatlamasını, zamandan tasarrufu sağladığı, hayata uygulanabilir olması, düşünmeyi sağladığı, özgüveni artırdığı, planlı programlı olmayı, dersin sevilmesini ve öğrencinin derse katılmada istekli olmasını sağlaması açısından avantajları olduğunu belirtmişlerdir. Literatür incelendiğinde STEM eğitiminin avantajı ile ilgili yapılan görüşmeler sonucunda bu çalışma ile benzer görüşlerin olduğu belirlenmiştir. Örneğin; Eroğlu ve Bektaş (2016) tarafından yapılan çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda STEM ve STEM temelli etkinliklerin; ilgiyi ve motivasyonu artırma, yaratıcılık ve üretkenliği geliştirme, bilimsel süreç becerileri ve psikomotor beceri geliştirme, fen derslerinde verimli vakit geçirmeyi sağlama, sorumluluk bilinci kazandırma, farklı alanlarda başarılı olmalarını sağlama olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; fen bilimlerinde verimli vakit geçirmeyi sağlama ve çalışmamızda geliştirmeyi sağlama alt başlığına girebilecek yaratıcılık ve üretkenliği geliştirme, bilimsel süreç becerileri ve psikomotor geliştirmeyi sağlama görüşlerinin çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olmasından dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Acar (2018) tarafından 4. sınıf ilkokul öğrencileri ile yapılan çalışmada öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu görüşlerden; geliştirmeyi sağlaması açısından çalışmamızı desteklediği görülmektedir. Bakırcı ve Kutlu (2018) tarafından yapılan çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin STEM

eğitiminin faydalarını; öğrencilerin problem çözme becerisi kazanma, üretken bireylerin yetişmesi, öğrenilenlerin yaşantı haline getirme ve çok yönlü düşünmeyi sağlama olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; öğrenilenlerin yaşantı haline getirme ve çok yönlü düşünmeyi sağlama çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olmasından dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Özçakır-Sümen (2018) tarafından öğretmen adayları ile yapılan çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının 21. yüzyıl becerilerini, matematik becerilerini, problem çözme yeterliliklerinin geliştirilmesinin yanı sıra STEM eğitimini birbiri ve günlük hayatı ile ilişkilendirdikleri, matematik eğitimini zevkli ve eğlenceli hale getirdiğini ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; STEM eğitiminin günlük hayat ile ilişkilendirme, eğlenceli olması ve geliştirmeyi sağlaması açısından çalışmamızdaki görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Asıgıgan (2019) 4. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin faydalı olduğu, eğlenceli ve heyecanlı bulduklarını belirtmişlerdir. Bu görüşlerden; faydalı olduğu ve eğlenceli buldukları görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Bircan (2019) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM etkinlikleri ile öğrencilerin STEM alanlarına yönelik olumlu yönde değiştiği, iş birliği, yaratıcılık, iletişim ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin STEM etkinliklerini; faydalı, eğlenceli ve öğretici olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; çalışmamızdaki görüşlerden biri olan geliştirmeyi sağlama ve eğlenceli olma görüşü ile benzer olmasından dolayı çalışmamızı desteklemektedir. Karakaya vd. (2019) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin derslerini, meslek seçimlerini, iletişim becerilerini etkilediği ve günlük yaşam problemleri ile ilgili olduğu ifade etmişlerdir. Kavak (2019) tarafından 4. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin; kalıcı, kolay öğrendikleri ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; kalıcı, kolay öğrenme ve eğlenceli olduğu görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Kurt (2019) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin; iletişim kurma, tartışma becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirdiği, yaparak yaşayarak kalıcı öğrenme sağladığı sonucuna varılmıştır. Bu görüşlerden; geliştirmeyi sağlaması ve kalıcı öğrenmeyi sağlaması açısından çalışmamızı

desteklemektedir. Özdemir (2019) tarafından sınıf öğretmenleriyle yapılan çalışmada STEM eğitiminin avantajlarını; öğretmen açısından ve öğrenci açısından kodlamıştır. Öğretmen açısından avantajlarını; kişisel ve mesleki gelişim olanağı sağlama, eğlenceli öğretim ortamı oluşturma, verimli öğretim ortamı sağlama ve teknoloji okuryazarı yapma olarak ifade ederken, öğrenci açısından avantajlarını ise; kolay, eğlenerek ve kalıcı öğrenmeyi sağlama, STEM alanlarında farkındalık sağlama, yaparak yaşayarak öğrenme imkanı sağlama, yaratıcı düşünme becerisini geliştirme, yaşam becerisini kazandırma, okul başarısını artırma ve üretmeye teşvik etme olarak öğrencilere sağladığı avantajları öğretmenler tarafından dile getirilmiştir. Bu görüşler öğrenci açısından; kolay, eğlenerek, kalıcı öğrenme ve geliştirmeyi sağlama açısından çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Yazıcı (2019) tarafından yapılan çalışmada, STEM etkinliklerinin; kalıcı öğrenmeyi sağladığı, çok iyi vakit geçirdiklerini ve çok eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Bu görüşlerden; kalıcı öğrenmeyi sağlama ve eğlenceli olması görüşleri çalışmamızı desteklemektedir. Atalay (2020) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada öğretmenler STEM eğitiminin avantajlarını; kalıcı öğrenme, yaparak ve yaşayarak öğrenme, fen konularına katkı sağlama, günlük hayat ile ilişkilendirme, bilimsel yaklaşım, güven duygusu aşılama, mesleki gelişime katkı sağlama, motive edici, öğretmeni geliştiren, günceli takip eden olarak ifade ederken, bir öğretmen ise avantajının olmadığını ifade etmiştir. Bu görüşlerden; kalıcı öğrenme, gelişim sağlama, güven duygusu aşılama ve motive edici görüşleri çalışmamızdan elde edilen görüşler ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Yaşlık (2020) tarafından 2. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlayarak kalıcı öğrenmelerini desteklediği sonucuna varılmıştır. Bu görüşlerden; kalıcı öğrenmeyi desteklediği görüşü çalışmamızdan elde edilen görüş ile benzer olduğundan çalışmamızı desteklemektedir. Ayrıca STEM eğitiminin avantajlarının yanı sıra dezavantajlarının da olduğuna yönelik görüş bildiren çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; Bakırcı ve Kutlu (2018) fen bilimleri öğretmenleri ile yapılan çalışmada STEM etkinliklerinin maliyetli olacağı, araç ve gereç eksikliği, teknoloji yetersizliği ve zaman sıkıntısının olacağını ifade etmişlerdir. Karakaya vd. (2019) STEM eğitiminin dezavantajlarını; zaman yetersizliği, bilgi eksikliği ve malzeme

yetersizliğinden kaynaklı sorunların olduğu belirtmişlerdir. Özdemir (2019) STEM eğitiminin öğretmene yaratacağı dezavantajları ise; etkinliklerinin zaman almasından dolayı konularının yetişmemesi, maliyet ve malzeme sıkıntısı, kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğünden kaynaklanan sıkıntılar, STEM eğitimi almadıkları ve isteksiz olma ifade ederken, öğrenci açısından dezavantajlarını ise malzeme temini ve maliyet, yeterli beceriye sahip olmama, iletişim güçlüğü yaşama ve konudan uzaklaşma olarak ifade etmişlerdir. Atalay (2020) tarafından sınıf öğretmenleri ile yapılan çalışmada öğretmenler STEM eğitiminin dezavantajı ile ilgili olarak öğretmenler; süre sıkıntısı, malzeme, maliyet, kalabalık sınıf, kaza olabilmesi, güvenlik önleminin alınması olarak görüş bildirirken 4 öğretmen ise STEM eğitiminin dezavantajının olmadığını ifade etmiştir.

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

- STEM uygulamasına başlamadan önce uygulamanın yapılacağı gruba STEM eğitime yönelik bilgi verilmeli, uygulamaların aşamaları anlatılmalı, grubun soruları yanıtlanmalı ve iyice kavramaları sağlanmalıdır.
- STEM uygulayıcıları uygulama öncesinde hazırlıklar yapmalı ders esnasında yaşanabilecek sorunlara karşı önlemler almalıdır.
- STEM uygulamaları zaman alan uygulamalar olduğundan dolayı ders süreleri bu duruma uygun olarak belirlenmelidir.
- Akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerin STEM ile arasında pozitif ilişki olduğu göz önünde bulundurulduğunda okullarda STEM uygulamalarına yer verilebilir. Ayrıca öğretmenlerin de uygulama ile ilgili bilgilendirilmeleri sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- A.A.A.S. 1998. Science Process Skills.
- Abacı, B. 2020. Bütünleştirilmiş FeTeMM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının FeTeMM ile İlgili Tutum ve Özyeterliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Abanoz, T. 2020. STEM Yaklaşımına Uygun Fen Etkinliklerinin Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi.Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Acar, D. 2018. FeTeMM Eğitiminin İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerisi Üzerine Etkisi.Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akbıyık, C. ve Kalkan-Ay, G. 2014. Perceptions of pre-school administrators and teachers on thinking skills instruction: a case study. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29(1), 01-18.
- Akca, Ö. F. 2020. Bilim Merkezlerinde Sorgulamaya Dayalı Robotik Etkinliklerin Öğrencilerin Kavramsal Başarıları, Mantıksal Düşünme ve Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akçay, S. 2018. Robotik FeTeMM Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Motivasyonları Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Akgül, A., Uçar, M. K., Öztürk, M. M. ve Ekşi, Z. 2013. Mühendislik eğitiminin iyileştirilmesine yönelik öneriler, geleceğin mühendisleri ve işgücü analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), 14-18.
- Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., ve Türk Z., 2015. STEM Eğitimi Çalıştay Raporu Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi.
- 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?, Ed: Akgündüz, D. ve Ertepinar, H. İstanbul Aydın Üniversitesi, STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi. İstanbul: Scala Basım.
- Akın, V. 2019. FeTeMM Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM'e Yönelik Tutumlarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Meslek Seçimlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Akkaya, M. M. 2019. Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarı, Tutum ve Görüşleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü,

Ankara.

- Akkoyun, M. N. 2020. STEM Eğitimi Almış Sınıf Öğretmenlerinin Fen Bilimleri Öğretiminde Yaşadıkları Kaygı Düzeyleri ve STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Aktaş, A. T. 2019. STEM Uygulamalarının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öz Yeterlik İnançlarına, STEM Farkındalıklarına ve Sorgulama Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Akyıldız, V. 2018. Okul Öncesi ve Sınıf Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Üstün Yetenekli Öğrencilere Yönelik STEM Eğitimi Öz Yeterlilik Düzeylerinin İncelenmesi: İstanbul Aydın Üniversitesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Alan, Ü. 2020. Okul Öncesi Dönem Çocuklarına Yönelik Geliştirilen STEM Eğitimi Programının Etkililiğinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alkılınc, S. 2019. Öğretmenlerin STEM Eğitime Yönelik Görüşlerinin ve Derslerine Uygulamalarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Allen, A. 2016. Don't fear STEM-You already teach it. School age/after school Exchange, September/October 56-59.
- Altaş, S. 2018. STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
- Altun, E. 2020. Sınıf Öğretmenlerinin STEM Yaklaşımına Yönelik Farkındalık Düzeyleri ve Tutumları. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Alumbaugh, K. M. 2015. The Perceptions of Elementary STEM Schools in Missouri. Unpublished Doctoral Dissertation, Lindenwood University, Missouri.
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z. ve Yaşar, S. 2016. Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: geçerlik ve güvenirlik çalışması. Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi, 40, 160-175.
- Anagün, S. Ş., Karahan, E., and Kılıç, Z. 2020. Primary School Teacher Candidates' Experiences Regarding Problem-Based STEM Applications. Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry, 11(4), 571-598.
- Arslan, A. G. ve Tertemiz, N. 2004. İlköğretimde bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi. Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 2 (4), 479-492.
- Asıgıgan, S.İ. 2019. Oyunlaştırılmış STEM Uygulamalarının Öğrencilerin İçsel Motivasyon Düzeyleri Eleştirel Düşünme Eğilimi ve Problem Çözme Becerisi Algıları Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Atalay, S. 2020. Sınıf Öğretmenlerinin FeTeMM Uygulamalarına Yönelik Görüşleri: Bir Durum Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Atman, C., Adams, R., Cardella, M., Turns, J., Mosborg, S. and Saleem, J. 2007. Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359-379.
- Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A., Yiğit, N., Özmen, H. ve Ayvaci, H. 2010. Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi. Trabzon, Pegem Akademi.
- Aydın, T. 2019. STEM Uygulamalarının Okul Öncesi Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilişsel Alan Gelişimlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aysu, G. 2019. Probleme Dayalı Öğrenme Tabanlı STEM Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Öğrendikleri Bilgilerin Kalıcılığına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halis Demir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Azgın, A. O. 2019. İlkokulda STEM: Öğrencilerin Kariyer İlgileri ve Tutumları ile Öğretmenlerin Yönelimleri. Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Kocaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Bahşi, A. 2019. STEM Etkinliklerinin 8. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Epistemolojik İnançlarına ve Fen Başarılarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Bakırcı, H. and Karışan, D. 2018. Investigating the preservice primary school, mathematics and science teachers' stem awareness. *Journal of Education and Training Studies*, 6(1), 32-42
- Bakırcı, H. ve Kutlu, E. 2018. Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(2), 367-389.
- Bal, E. 2012. 5E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımının Fizik Laboratuvarı Dersinde Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tutum ve Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Bal, E. 2018. FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Etkinliklerinin 48-72 Aylık Okul Öncesi Çocuklarının Bilimsel Süreç ve Problem Çözme Becerileri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baran E., Canbazoğlu Bilici S. ve Mesutoğlu C. 2015. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu Glastürme. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Bek- Gümüş, E. 2019. Ortaokul Öğrencilerinin STEM Eğitime Yönelik İlgi ve Görüşlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Belek, F. 2018. FeTeMM Etkinliklerinin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Öz-Yeterlik İnançlarına, FeTeMM Eğitim Yaklaşımına ve Fen Öğretimine Yönelik Düşüncelerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Bers, M. U. and Portsmore, M. 2005. Teaching partnerships: early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- Biçer, A. 2019. STEM Yaklaşımına Dayalı Elektrik Devre Elemanları Konusu Öğretiminin 5. Sınıf Özel Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Bilekyiğit, Y. 2018. Biyoloji Dersinde Gerçekleştirilen STEM Etkinliğinin Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Kariyer İlgilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Bircan, M. A. 2019. STEM Eğitimi Etkinliklerinin İlkokul Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin STEM'e Yönelik Tutumlarına, 21. Yüzyıl Becerilerine ve Matematik Başarılarına Etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Blankenship, L. A. 2019. Elementary Student Engagement Through STEM Lessons. Masters thesis, University of Nebraska-Lincoln, NE, United States.
- Bodner, G. and Elmas, R. 2020. The impact of inquiry-based, group-work approaches to instruction on both students and their peer leaders. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 51-66.
- Bogusevski, D., Bratu, M., Ghergulescu, I., Muntean, C.H. and Muntean, G.M. 2018. "Primary school STEM education: using 3D computer-based virtual reality and experimental laboratory simulation in a physics case study," in innovative pedagogies for effective technology-enhanced learning (IPETeL) Workshop, Ireland International Conference on Education (IICE), Dublin, Ireland.
- Bolat, Y. İ. 2020. STEM Temelli Matematik Etkinliklerinin Problem Çözme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi ile STEM Alanlarına Olan İlgiye Katkılarının Araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Boyras, L. ve Bilican, K. 2020. Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM ile ilgili kavramsal ve pedagojik bilgilerinin incelenmesi. *Başkent Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 7(1), 146-157
- Bozan, M. A. 2018. Sınıf Öğretmenlerinin STEM Odaklı Mesleki Gelişim Süreçleri: Bir Eylem Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Bozkurt, E. 2014. Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri ve Sürece Yönelik Algılarına Etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim

- Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bozkurt Altan, E. 2017a. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM). Teoriden Pratiğe Fen Bilimleri Öğretimi, Ed: G. Hastürk. Ankara, Pegem Akademi, 354-388
- Bozkurt, Y. 2019. STEAM Etkinlikleri ile 7. Sınıf Öğrencilerinin Başarı ve Tutumlarındaki Değişimin Cinsiyete Göre Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Brunsell, E. 2012. Integrating engineering and science in your classroom. Arlington, VA: NSTA Press.
- Büyükbastırmacı, Z. 2019. 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji Ünitesinde Kullanılan STEM Uygulamalarının Başarı, Tutum ve Motivasyon Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Büyükdede, M. 2018. İş-Enerji ve İtme-Momentum Konularına Yönelik FeTeMM Etkinliklerinin Akademik Başarı ve Kavramsal Anlama Düzeyi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. 2012. Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Geliştirilmiş 12.baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Bybee, R. W. 2010. What is STEM education? *Science*, 329 (5995), 996
- Bybee, R. W. 2010a. Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35
- Bybee, R. W. 2019. Using the BSCS 5E instructional model to introduce stem disciplines. *Science and Children*, 56(6), 8-12.
- Can, K. ve Uluçınar-Sağır, Ş. 2018. Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FeTeMM) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11, 62-83.
- Cavanagh, S. and Trotter, A. 2008. Where is the ‘T’ in STEM? *Education Week*, 27(30), 17- 19.
- Ceylan, S. 2014. Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Chesloff, JD. 2013. Why STEM education must start in early childhood. *Education Week*, 32 (23), 27-32.
- Choi, Y. and Hong, S.H. 2013. The development and application effects of STEAM program about ‘world of journal of education and practice small organisms’ unit in elementary science. *Elementary Science Education*, 32(3), 361-377.

- Conderman, G. and Woods, S. 2008. Science instruction: an endangered species: in light of America's recent scientific decline, teaching elementary science should be an imperative. *Kappa Delta Pi Record*, 44(2), 76-80.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. ve Hughes, G. 2013. The Effects of a STEM Intervention on Elementary Students' Science Knowledge and Skills. *Schools Science and Mathematics*, 113 (5), 215-226.
- Çalışıcı, S. 2018. FeTeMM Uygulamalarının 8.Sınıf Öğrencilerinin Çevresel Tutumlarına, Bilimsel Yaratıcılıklarına, Problem Çözme Becerilerine ve Fen Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D. ve Turgut, F. 1997. Fizik Öğretimi: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Hizmet Öncesi Eğitimi. YÖK 1997, Bilkent, Ankara.
- Çepni, S. ve Ormanlı, Ü. 2017. Kuramdan Uygulamaya STEM eğitimi. Geleceğin dünyası, Ed: S. Çepni. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 1-32.
- Çetin, S. 2019. STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çevik, M., Danıştay, A. ve Yağcı, A. 2017. Evaluation of STEM (science-technology engineering mathematics) awareness of secondary school teachers with various variables. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 584-599.
- Çevik, M. ve Abdioğlu, C. 2018. Bir bilim kampının 8. sınıf öğrencilerinin STEM başarılarına, fen motivasyonlarına ve üstbilişsel farkındalıklarına etkisinin incelenmesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7 (5), 304-327.
- Çınar, S. ve Kereci, N. 2020. Sınıf öğretmenlerinin mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri öğretimine entegrasyonu hakkındaki görüşleri: ordu örneği. *International Journal of Innovative Approaches in Education*, 4(2), 26-45.
- Çiftçi, M. 2018. Geliştirilen STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine, STEM Disiplinini Anlamalarına ve STEM Mesleklerini Fark Etmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çimentepe, E. 2019. STEM Etkinliklerinin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Çorlu, M. S. 2014. FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Turkish Journal of Education*, 3(1), 4-10.
- Dallı, A. 2019. Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları Konusunda STEM Yaklaşımına Dayalı Öğretim Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Dede, C. 2009. Comparing Frameworks for 21st Century skills. Harvard Graduate School of Education, <https://scholar.google.com.tr/Dede> Comparing Frameworks for 21st Century skills (09.07.2019).
- Değirmenci, S. 2020. STEM Eğitimi Almış Öğretmenlerin STEM Öz Yeterliliklerinin ve Uygulamalarında Teknoloji ve Mühendislik Entegrasyonu Açısından Yaşadıkları Sorunların Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitimi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DeJarnette, N. K. 2012. America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Demir Başaran, S. and Temircan, S. 2018. Sınıf öğretmeni adaylarının STEM öğretimi yönelimleri. *Journal of International Social Research*, 11(61), 659-667.
- Doğan, İ. 2019. STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerine, Fen ve STEM Tutumlarına ve Elektrik Enerjisi Ünitesindeki Başarılarına Etkisi. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Doğanay, K. 2018. Probleme Dayalı STEM Etkinlikleriyle Gerçekleştirilen Bilim Fuarlarının Ortaokul Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına ve Fen Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Doğru, M. ve Kıyıcı, F.B. 2005. Fen Eğitiminin Zorunluluğu. İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi, Ed: Aydoğdu ve Kesercioğlu. Ankara, 1-8.
- Dönmez, M. C. 2020. Robotik Uygulamaların Aday Öğretmenlerin STEM farkındalıkları, Fen Öğretmeye Yönelik Öz Yeterlilikleri ve STEM'e Yönelik Tutumları Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Durmuş, Z. 2019. FeTeMM Etkinlik Merkezli Laboratuvar Dersinin Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Fen Öğretimine Yönelik Öz- Yeterlilik ve Problem Çözme Becerileri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- Dutoğlu, G. ve Tuncel, M. 2008. Aday öğretmenlerin eleştirel düşünme eğilimleri ile duygusal zeka düzeyleri arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 11-32.
- Duygu, E. 2018. Simülasyon Tabanlı Sorgulayıcı Öğrenme Ortamında FeTeMM Eğitiminin Bilimsel Süreç Becerileri ve FeTeMM Farkındalıklarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Elmas, R. ve Gül, M. 2020. STEM eğitim yaklaşımının 2018 fen bilimleri öğretim programı kapsamında uygulanabilirliğinin incelenmesi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 5(2), 224-247.
- English, L. D. 2017. Advancing elementary and middle school STEM education.

- International Journal of Science and Mathematics Education, *15(1)*, 5-24.
- EIE (Engineering is Elementary) 2017. Why Engineering For Children? Museum of Science.
- Erbaş, A. K., Çetinkaya, B., Alacalı, C., Kertil, M., Çakıroğlu, E. ve Baş, S. 2014. Mathematical modeling in mathematics education: basic concepts and approaches. *educational sciences. Theory & Practice*, *14(4)*, 1621- 1627.
- Erdem, A. 2019. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin ve Beşinci Sınıf Öğrencilerinin STEM Eğitimi Uygulamaları Hakkında Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Ergün, M. ve Özdaş, A. 1997. Öğretim ilke ve yöntemleri. İstanbul: Kaya Matbaacılık.
- Eroğlu, S. ve Bektaş, O. 2016. STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, *4(3)*, 43-67.
- Ersoy, Z. 2018. İlkokullar İçin STEM Programını Uygulayan Okulöncesi ve Sınıf Öğretmenlerinin STEM Öğretimi Özyeterliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ertuğrul-Akyol, B. 2020. STEM Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel, Eleştirel, Yaratıcı Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Fogarty, R. 1991. Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*, *49(2)*, 61- 65.
- Gallant, D. J. 2010. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. Ed: McGraw-Hill Education.
- Gandi, A. S. K., Haryani, S. and Setiawan, D. 2019. The Effect of Project-Based Learning Integrated STEM Toward Critical Thinking Skill. *Journal of Primary Education*. *10(1)*, 18–23.
- Gazibeyoğlu, T. 2018. STEM Uygulamalarının 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesindeki Başarılarına ve Fen Bilimleri Dersine Karşı Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Gelen, İ. 2017. P21-Program ve öğretimde 21. yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *1(2)*, 15-29.
- Gencer, A. S. 2015. Fen eğitiminde bilim ve mühendislik uygulaması: Fırıldak etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, *5(1)*, 1-19.
- Genek, S.E. 2018. STEM Programı Uygulanan İlkokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Goodman, M. 1995. Creative Managment. Cronwall: Prentice Hall International, T.J. Press.
- Goodnough, K., Pelech, S. and Stordy, M. 2014. Effective professional development in STEM education: the perceptions of primary/elementary teachers. *Teacher*

- Education and Practice, 27(2/3), 402-423.
- Gögebakan, D. 2012. Kubaşık Öğrenme ve Anlaşmazlık Çözümü Eğitimi ile Bütünleştirilmiş Türkçe ve Sosyal Bilgiler Programının Öğrencilerin Akademik Başarı, İletişim ve Sosyal Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D. 2017. STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 8(2), 63-84.
- Gökçe, Y. 2019. Fen Bilimleri Dersi Güneş Sistemi ve Ötesi Ünitesinde STEM Uygulamalarının Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bayburt.
- Günbatar, M. S., and Bakırcı, H. 2019. STEM teaching intention and computational thinking skills of pre-service teachers. Education and Information Technologies, 24(2) 1-15.
- Gülhan, F.ve Şahin, F. 2016. Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. International Journal of Human Sciences, 13(1), 602-620.
- Gülseven, E. 2020. Argümantasyon Temelli FeTeMM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet ve Enerji Ünitesine Yönelik Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Argümantasyon Seviyelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Güven, Ç. 2020. STEM Uygulamaları ile Zenginleştirilmiş 7E Öğrenme Modeli'nin 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilişsel Süreç Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güvenç, Ş. 2020. STEM Etkinliklerinin Yedinci Sınıf Mülteci Öğrencilerin Okula Yönelik Aidiyetlerine ve Tutumlarına Olan Etkisinin İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Gwon- Suk, K. and Sun Young, C. 2012. The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science- based STEAM program in the elementary gifted students. Journal of Korean Elementary Science Education, 31(2), 216- 226.
- Hacıoğlu, Y. ve Başpınar, A.2020. Bir sınıf öğretmeni ve öğrencilerinin ilk STEM eğitimi deneyimleri. Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi, 12 (22), 1-23.
- Hacıömeroğlu, G. 2018. Examining elementary pre-service teachers' science, technology, engineering, and mathematics (STEM) teaching intention. International Online Journal of Educational Sciences, 10 (1), 183 – 194.
- Hacıömeroğlu, G. ve Bulut, A. S. 2016. Entegre FeTeMM* öğretimi yönelim ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. Eğitimde Kuram ve Uygulama, 12(3), 654-669.
- Harlen W. 1989. Developing science in the primary classroom. Harlow: Oliver and Boyd, 12-30.
- Herschbach, D. R. 2011. The STEM initiative: constraints and challenges. Journal of Stem Teacher Education, 48 (1), 96-122.

- Hiğde, E. ve Aktamış, H. 2017. Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: durum çalışması. *Elementary Education Online*, 16(1), 89-113.
- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (Eds.). 2014. *STEM integration in K-12 education*. Washington: The National Academies Press.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. and Carberry, A. 2011. *Infusing Engineering Design into High School STEM Courses*. National Center for Engineering and Technology Education.
- Irak, M. 2019. 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi “Işığın Yayılması” Ünitesine Yönelik STEM Uygulamalarının Akademik Başarı ve STEM’e Karşı Tutum Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- İçel, K. 2019. İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Disiplinli Zihin Özellikleri ve STEM Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi (Afyonkarahisar Örnekleme). Yüksek Lisans Tezi, Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- İmir, B. 2019. Sınıf Öğretmenlerinin STEM Eğitime Yönelik Yeterlilik ve Tutumlarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- İzgi, S. 2020. Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Konusuna 5E Modeli ile Temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Johnston, A. C., Akarsu, M., Moore, T. J. and Guzey, S. S. 2019. Engineering as the integrator: A case study of one middle school science teacher's talk. *Journal of Engineering Education*, 108(3), 418-440.
- Kahveci, S. 2020. Fen Bilimleri Ders Kitaplarının Bilimsel Süreç Becerileri, Sorgulayıcı-Araştırmaya Dayalı Öğretim Yönteminin Düzeyleri, FeTeMM (STEM) Yaklaşımı ve Okunabilirlik Yönlerinden Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Kale, S. 2019. STEM Uygulamalarının Okul Öncesi Öğretmenlerin Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. 2008. 7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmedeki yeterliliği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(1), 91-125.
- Karahan, E. ve Bozkurt, G. 2017. STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme. Ed: S. Çepni, Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi, Ankara, 347-360.
- Karadeniz, H. 2019. STEM Uygulamalarının Öğrencilerin STEM Farkındalıkları Üzerine ve “Üçgenler” Ünitesindeki Başarılarının Kalıcılık Düzeyine Etkisi.

- Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bayburt.
- Karakaya, F., Yantırı, H., Yılmaz, G., ve Yılmaz, M. 2019. İlkokul öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkında görüşlerinin belirlenmesi: 4. Sınıf Örneği. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(13), 1-14.
- Karcı, M. 2018. STEM Etkinliklerine Dayalı Senaryo Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının (STÖY) Öğrencilerin Akademik Başarıları, Meslek Seçimleri ve Motivasyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Karışan, D. ve Bakırcı, H. 2018. Öğretmen adaylarının FeTeMM öğretim yönelimlerinin anabilim dalına ve sınıf düzeyine göre incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 152-175.
- Karslı, F. 2011. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmesinde ve Kavramsal Değişim Sağlanmasında Zenginleştirilmiş Laboratuvar Rehber Materyallerinin Etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karslı-Baydere, F. ve Şahin-Çakır, Ç. 2019. Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri öz yeterliliklerine etkisi. *Online Fen Eğitimi Dergisi*, 4(2), 117-130.
- Karslı- Baydere, F. ve Aydın, E. 2019. Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: karışımların ayrıştırılması örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52
- Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. 2009. National Academy of Engineering and National Research Council Report: Engineering in K-12 education. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Kavak, Ş. 2020. STEM Eğitime Dayalı Etkinliklerin Okul Öncesi Çocukların Temel Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Kavak, T. 2019. STEM Uygulamalarının 4. Sınıf Öğrencilerinin Fen ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarına, Bilimsel Süreç ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kaya, G. 2019. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin ve Öğretmen Adaylarının STEM Hakkındaki Görüşleri ve STEM Uygulamalarına Yönelik İhtiyaç Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kaya, S.Y. 2019. STEM Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve İlkokul Öğrencilerinin STEM'e Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Keith, K. 2018 "Case Study: Exploring the Implementation of an Integrated STEM Curriculum Program in Elementary First Grade Classes". Doctoral Thesis, Concordia University College of Education, Portland.

- Keleşoğlu, S. 2017. Öğretmen Eğitiminde Yaratıcı Düşünme ve İnovasyon Eğitim Programının Tasarımı, Denenmesi ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kesgin, D. 2019. Öğretmen Adaylarının Bilimin Doğası ve STEM'e Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Khanlari, A. 2016. Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, 41(3), 320–330.
- Kınık-Topalsan, A. 2018. Sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının geliştirdikleri mühendislik tasarım temelli fen öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 186-219.
- Kırılmazkaya, G. 2017. Sınıf öğretmeni adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin görüşlerinin araştırılması (Şanlıurfa Örneği). *Harran Education Journal*, 2(2), 59-73.
- Kırte, S. 2019. Sınıf Öğretmenlerinin STEM Yaklaşımına Yönelik Farkındalıklarının, Yeterliklerinin ve Tutumlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Koçak, B., Aslan, A. ve Capellaro, E. 2019. Fen bilimleri, matematik ve sınıf öğretmen adaylarının FeTeMM öğretimine ilişkin yönelimleri. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 7(2), 168-188.
- Köroğlu, E. 2019. STEM Odaklı Etkinliklerin Sosyo-Ekonomik Açından Dezavantajlı Öğrencilere Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop
- Kurt, M. 2019. STEM Uygulamalarının 6. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Problem Çözme Becerilerine ve STEM'e Karşı Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kurup, P. M., Brown, M., Powell, G. and Li, X. 2017. Future primary teachers' beliefs, understandings and intentions to teach STEM. *IAFOR Journal of Education*, 5(-), 161–177.
- Kurup, P.M., Li, X., Powell, G and Brown., M. 2019. Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(10), 1-14.
- Kuzgun, Y. 1992. Rehberlik ve psikolojik danışma. ÖSYM Yayınları, Ankara.
- Lai, E. and Viering, M. 2012. Assessing 21st century skills: Integrating research findings. Annual meeting of the National Council on Measurement in Education. Vancouver, B.C., Canada.
- Lamberg, T. and Trzynadlowski, N. 2015. How STEM academy teachers conceptualize and implement STEM education. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 45–58.
- Lancour, K.L. 2005. Science Process Skills.
- Lantz, H. B. 2009. Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function.
- Lathifah, A., Budiyanto, C. W. and Yuana, R. A. 2019. The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. Ed: N. Y. Indriyanti, M. Ramli and F. Nurhasanah, The 2nd International Conference on Science,

- Mathematics, Environment, and Education, *2194(1)*, 020053.
- Lemke, C. 2002. EnGauge 21st Century Skills: Digital literacies for a digital age. Office of educational research and improvement (OERI). Washington, DC.
- Macun, Y. 2019. Problem Temelli STEM Etkinliklerinin Oran-Orantı ve Yüzdelere Konularının Öğretiminde 7. Sınıf Öğrencilerinin Matematik Başarılarına, Tutumlarına ve Görüşlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Mangold, J. and Robinson, S. 2013. The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. Paper presented at 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia.
- Marulcu, İ. ve Sungur, K. 2012. Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, *12(1)*, 13-23.
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A. and Meltzoff, A.N. 2017. Programming experience promotes higher STEM motivation among first- grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, *160*, 92- 106.
- McMillan, J.H. and Schumacher, S. 2010. Research in Education: Evidence-Based Inquiry, MyEducationLab Series. Pearson.
- MEB 2018. İlkokul ve Ortaokul Fen Bilimleri Dersi (3., 4., 5., 6., 7., ve 8. sınıf) öğretim programı. Ankara: MEB Yayinevi.
- Merder, B. 2019. Öğretmen Adayları İçin STEM Farkındalık Ölçeği Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Mert, E. 2019. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Stohlmann, M. S., Ntow, F. D. and Smith, K. A. 2013. A framework for implementing quality K-12 engineering education. Paper presented at the 2013 ASEE (American Society for Engineering Education) Annual Conference, Atlanta, GA
- Moore, T. J., Guzey, S. S. and Brown, A. 2014. Greenhouse design to increase habitable land: An engineering unit. *Science Scope*, *37(7)*, 51-57.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M. and Roehrig, G. H., 2014. Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education, Ed: S. Purzer. J. Strobel. M. Cardella. Engineering in Pre-college settings: research into practice West Lafayette, Purdue University Press, Indiana.
- Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A. ve Smith, K. A. 2014. A Framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, *4(1)*, 1-13.

- Morrison, S. J. 2006. Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM).
- Mumcuoğlu-Topaloğlu, Ç. 2020. STEM Çalışmalarının İlköğretimde Matematik Fen Bilimleri ve Bilişim Teknoloji Derslerinde Uygulanabilirliğine Ait Öğretmen Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Murphy, T. 2011. Elementary School Teachers Need To Be Educated in Science and Math.
- National Research Council (NRC) 2009. Strengthening forensic science in the United States: a path forward. Washington DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) 2009. Engineering in K12 education: Understanding the status and improving the prospects. Committee on K-12 Engineering Education. L. Katchi, G. Pearson and M. Feder. Washington, DC, 234.
- National Research Council (NRC) 2011. Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. National Academy Press., Washington, DC.
- National Research Council (NRC) 2012. A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council, (NRC) 2014. STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. National Academies Press, Washington, D.C.
- National Academy of Engineering [NAE] and National Research Council [NRC] 2009. Engineering in K-12 Education Understanding the Status and Improving the Prospects. Washington, DC: National Academies Press.
- Neccar, D. 2019. Fen Bilimleri Dersinde STEM Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Başarısına, Fene İlişkin Tutumlarına ve STEM’e Yönelik Görüşlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Oktavia, Z. and Ridlo, S. 2020. Critical Thinking Skills Reviewed from Communication Skills of the Primary School Students in STEM-Based Project-Based Learning Model. Journal of Primary Education, 9(3), 311–320.
- Özaslan, S. 2020. Işığın Kırılması ve Mercekler Ünitesine Yönelik STEM Yaklaşımına Göre Geliştirilen Etkinliğin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Tutumuna Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Özcan, H. ve Koca, E. 2019. STEM yaklaşımı ile basınç konusu öğretiminin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve STEM’e yönelik tutumlarına etkisi. Eğitim ve Bilim, 44(198), 201-227.

- Özçakır-Sümen, Ö. 2018. Matematik Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinin Sınıf Öğretmeni Adaylarının Öğrenme Ürünlerine Etkileri. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özçakır-Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. 2019. STEM proje tabanlı öğrenme ortamında sınıf öğretmeni adaylarının geliştirdikleri matematik projelerinin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38(1), 238- 252.
- Özdemir, A. U. 2019. Sınıf Öğretmenlerinin FeTeMM Farkındalıkları ve FeTeMM Eğitimi Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özdemir, A.U. ve Cappellaro, E. 2020. Sınıf öğretmenlerinin FeTeMM farkındalıkları ve FeTeMM eğitimi uygulamalarına yönelik görüşleri. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 8(1), 46-75.
- Özer, D. 2011. Etkili İletişim Becerilerinin Sosyal Ortama Uyum Sağlamadaki İşlevi: Fırat Üniversitesi Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Özerbaş, M. A. 2011. Yaratıcı düşünme öğrenme ortamının akademik başarı ve bilgilerin kalıcılığa etkisi. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 31(3), 675-705.
- Özgüner, Ö. 2019. Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Öğretmen Adaylarının STEM (FeTeMM) Eğitimine Yönelik Görüş ve Tutumları. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van
- Öztermiyeci, E. 2019. Türkiye’de Ulusal Program ve Uluslararası Bakalorya Programı Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Becerilerine İlişkin Algıları. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, D. 2020. İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde STEM Etkinliklerinin Akademik Başarıya Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu.
- Rehmat, A. P. 2015. Engineering The Path to Higher- Order Thinking in Elementary Education: A Problem- Based Learning Approach For STEM İntegration. Doctoral Dissertation, Nevada University, Las Vegas.
- Pekbay, C. 2017. Fen Teknoloji Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Rich, P. J., Jones, B., Belikov, O., Yoshikawa, E. and Perkins, M. 2017. Computing and engineering in elementary school: The effect of year-long training on elementary teacher self-efficacy and beliefs about teaching computing and engineering. International Journal of Computer Science Education in Schools, 1(1), 1 - 20.
- Roehrig, G.H., Moore, T. J., Wang, H. H. and Park, M. S. 2012. Is adding the e enough?: investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. School Science and Mathematics, 112(1), 31-44

- Prasadi, A. H., Wiyanto, W. and Suharini, E. 2020. The implementation of student worksheet based on STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) and local wisdom to improve of critical thinking ability of fourth grade students. *Journal of Primary Education*, 9(3), 227–237.
- President’s Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) 2010. Prepare and inspire: K-12 education in STEM (science, technology, engineering and math) for America’s 165 future. Executive Report. Washington, D.C.
- Sanders, M. E. 2009. STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sanders, M.E. 2012. Integrative STEM education as “best practice”. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Sarıcan, G. 2017. Bütünleşik STEM Eğitiminin Akademik Başarıya, Problem Çözmeye Yönelik Yansıtıcı Düşünme Becerisine ve Öğrenmede Kalıcılığa Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Savaş, E. 2011. Akran Öğretimi Destekli Bilimsel Süreç Becerileri Laboratuvar Yaklaşımının Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Seage, S.J. and Türegün, M. 2020. The effects of blended learning on STEM achievement of elementary school students. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 6(1), 133-140.
- Senge, P. 1990. *The fifth discipline: The art & practice of the learning organization*. NY: Doubleday/Currency.
- Seren, S. 2019. Üstün Yetenekli Öğrencilerle STEM Etkinliklerinin Tasarlanması ve STEM Etkinliklerinde 3 Boyutlu Teknolojilerin Kullanılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Siregar, Y. E. Y., Rachmadtullah, R., Pohan, N. and Zulela, M. S. 2019. The impacts of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) on critical thinking in elementary school. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1), 012156, IOP Publishing.
- Smith, J. and Karr-Kidwell, P. 2000. *The interdisciplinary curriculum: a literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database. (ED443172).
- Smyrnova-trybulska, E., Morze, N., Kommers, P., Zuziak, W. and Gladun, M. 2016. Educational robots in primary school teachers’ and students’ opinion about STEM education for young learners. In *Proc. of International Conferences ITS, ICEDuTech and STE*, 197-204.
- Soylu, H. 2004. *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Soysal, M.T. 2019. 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde Tematik STEM Eğitimi: Deprem Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

- Srikoom, W., Hanuscin, D. and Faikhamta, C. 2017. Perceptions of in-service teachers toward teaching STEM in Thailand. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2), 1-23.
- Stohlmann, M., Moore, T. ve Roehrig, G. H. 2012. Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-college Engineering Education Research*, 2(1), 28-34.
- Stohlmann, M. S. Moore, T. J. and Cramer, K. 2013. Pre-service elementary teachers' mathematical content knowledge from an integrated STEM modelling activity. *Journal of Mathematical and Application*, 1(8), 18-31.
- Stohlmann, M. S., Roehrig, G. H. and Moore, T. J. 2014. The need for STEM teacher education development. *Stem Education How to train 21st Century Teachers*, New York, Nova Publisher. 17-31
- Sullivan, F. R. 2008. Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394
- Süldür, S. 2019. Sınıf Öğretmenlerinin STEM Eğitime Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Şahan, H.H. 2007. İlköğretim 3. Sınıf Matematik Dersi Öğretim Programının Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Şahin, B. 2019. STEM Etkinliklerinin Fen Öğretmeni Adaylarının STEM Farkındalıkları, Tutumları ve Görüşleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Şahin, B. 2020. FeTeMM Yaklaşımına Dayalı Okul Dışı Etkinliklerin Öğretmen Adaylarının Bitkiler Konusu ile İlgili Akademik Başarı ve Okul Dışı Öğretime Yönelik Görüşleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Şahiner, E. 2020. Mühendislik Tasarım Süreci Etkinliklerinin Sınıf Öğretmen Adaylarının Fen Teknoloji Mühendislik Matematik (FETEMM) Farkındalıklarına ve Mühendis Algılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yozgat.
- Şen, C. 2018. Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şen, C. ve Timur, B. 2018. Öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimine yönelimleri ve teknolojiye yönelik tutumları. *Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 123-142.
- Şimşek, E. 2019. Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Eğitime Yönelik Öz-Yeterlik İnançları, Tutumları ve Görüşlerinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

- Şimşek, F. 2019. FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin fen tutum, ilgi, bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi ve öğrenci görüşleri. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(3), 654-679.
- Tabaru, G. 2017. İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerine Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Temelli Etkinliklerin Çeşitli Değişkenlere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- TDK. 2016. Türk Dil Kurumu. <http://tdk.gov.tr>.
- Talbot, H. A. 2014. Effect of Out- Of- School Time STEM Education Programs: Implications For Policy. Doctoral Dissertation, California Lutheran University, California.
- Tan, M. ve Temiz, B. K. 2003. Fen öğretiminde bilimsel süreç becerilerinin yeri ve önemi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(13), 89-101.
- Taşar, M.F. 2001. A Case Study Of A Novice College Student's Alternative Framework and Learning Of Force and Motion. Unpublished PhD Thesis, The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Tayal, S.P. 2013. Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering IJCSCE Special issue on "Recent Advances in Engineering & Techlogy"* NCRAET-2013, 1-5.
- Tekin, H. 2003. Eğitimde Ölçme Ve Değerlendirme. Ankara: Yargı.
- Tekin, S. 2008b. Tahmin-gözlem-açıklama stratejisinin fen laboratuvarında kullanımı: Kükürdün molekül kütlesi nedir? *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 173-184.
- Tekin, S. 2020. Mühendislik Temelli Robotik Uygulamalarını İçeren STEM Eğitiminin Eleştirel Düşünme ve Mesleki Tercihine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Thomas, T.A. 2014. Elementary Teachers' Receptivity to Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the Elementary Grades. Doctoral dissertation, University of Nevada, Reno
- Thomasian, J. 2011. Building a science, technology, engineering, and math education agenda. National Governors Association Center for Best Practices, Washington, DC.
- Toma, R. B. and Greca, I. M. 2018. The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395.
- Tuhtakaya, N. 2019. Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreci Uygulamalarına Yönelik Görüşleri, Mühendislik Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Tuncel, A. Z. 2009. Bütünleştirilmiş Program Uygulamasının İlköğretim 4. Sınıf Öğrencilerinin Sosyal Gelişim Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

- Tunkham, P., Donpudsa, S. and Dornbundit, P. 2016. Development of STEM activities in chemistry on “protein” to enhance 21 st century learning skills for senior high school students. *Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities, and Arts*, 16(3), 217-234.
- TÜBİTAK. 2015. Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumu: Destekler, <http://www.tubitak.gov.tr/tr/destekler/akademik/ulusal-destek-programlari> (9.10.2020).
- Tümkiye, S. 2011. Fen bilimleri öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri ve öğrenme stillerinin incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 215-234.
- Tümkiye, S. ve Aybek, D. 2008. Üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerinin sosyo demografik özellikler açısından incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (2), 387-402.
- TÜSİAD 2017. 2023’e doğru Türkiye’de STEM gereksinimi. STEM Raporu, İstanbul, <http://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-destem-gereksinim> (9.10.2020).
- Uçar, R. 2019. Argümantasyonla Zenginleştirilmiş STEM Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve Ötesi” Ünitesindeki Akademik Başarılarına, Astronomi’ye Yönelik Tutumlarına, Eleştirel Düşünme Eğilimlerine ve STEM Kariyer İlgilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Uştu, H. 2019. İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Uzunyol, B. 2019. Öğretmenlerin FeTeMM Eğitimi Hakkındaki Tutum Düzeyleri (Van İli Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Ünal, E. 2019. STEM Eğitimi Almış Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin STEM Odaklı Etkinliklerin Kullanışlılığına İlişkin Görüşlerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Ünal, M. ve Aksüt, P. 2021. 4-6 yaş çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 5(1), 109-134.
- Wang, H. H. 2012. A New Era Of Science Education: Science Teachers’ Perceptions and Classroom Practices Of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) İntegration. Doctoral Thesis, Minnesota University, Minnesota.
- Wanguway, Y., Kurniawati, S., Maylisa I.N., Z L Al Jabbar, Z.L. and Sulistiyono, B. 2020. The analysis of STEM-PjBL implementation and its effect on students’ metacognition skills in resolving social arithmetic problems. *Journal of Physics: Conference Series*.1563 012048

- Wells, J. G. 2010. Research on teaching and learning in science education: Potentials in technology education. Research in technology education, Ed: P. Reed ve J. LaPorte. IN: Ball State University. Muncie, 192-217.
- Wendell, K. B. and Rogers, C. 2013. Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. Journal of Engineering Education, 102(4), 513-540.
- Yamak, H. Bulut, N. ve Dünder, S. 2014. 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34(2), 249-265.
- Yasak, M, T. 2017. Tasarım Temelli Fen Eğitiminde, Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik Uygulamaları: Basınç Konusu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Yaşlık, İ. 2020. İlkokul 2. Sınıf Serbest Etkinlik Dersinde STEM etkinliklerinin Uygulanması: Bir Eylem Araştırması. Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Yazıcı, Y. Y. 2019. 6E Öğrenme Modeline Dayalı FeTeMM Eğitiminin Girişimcilik, Tutum, Meslek İlgisine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Yetkin, N. 2020. İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerinin Öğrenme Anlayışları ve STEM Eğitime Yönelik Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. 2006. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. (6. baskı) Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. 2016. 7. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegre Edilmiş Fen Teknoloji Mühendislik Matematik (STEM) Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, B. 2018b. Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi Uygulama Kitabı. Ankara, Nobel Yayınları.
- Yıldırım, B. 2020. Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 50, 70-98.
- Yıldırım, B. ve Altun, Y. 2015. STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2) 28-40.
- Yıldırım, B. ve Selvi, M. 2017. STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. 2018. Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(2), 195-213.
- Yıldırım, H. 2020. Öğretmen Adaylarının Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (FeTeMM) Entegrasyonuna Yönelik Özyeterlilik Algılarının İncelenmesi.

- Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız-Kaya, S. 2019. STEM Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi ve İlkokul Öğrencilerinin STEM'e Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Young, V. M., House, A., Wang, H., Singleton, C. and Klopfenstein, K. 2011. Inclusive STEM schools: Early promise in Texas and unanswered questions. In Highly Successful Schools or Programs for K-12 STEM Education: A Workshop. National Academies. Washington, DC.
- Yurdakul, M. 2019. Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı 4. Sınıf Öğrencilerinin Birleştirilmiş Sınıf Kavramına Yönelik Metaforları (Gazi Üniversitesi Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yücel, M. 2019. İlkokul Fen Bilimleri Dersinde Laboratuvar Kullanımının Öğrencilerin Tutum, Bilimsel Süreç Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Zengin, E. ve Uğraş, M. 2019. Sınıf öğretmen adaylarının stem eğitime ilişkin metaforik algılarının belirlenmesi. Ekev Akademi Dergisi, 23(77) 57-76.

EKLER

EK-1: Dekanlık İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 11/02/2019-E.4028



T.C.
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı



Sayı : 10088400-300
Konu : Ezgi AKKUŞ

Sayın Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

İlgi : a) 08/02/2019 tarihli ve E.3903 kayıt nolu dilekçe.
b) 08/02/2019 tarihi ve E.3940 kayıt nolu dilekçe.

Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 180801032 numaralı yüksek lisans öğrencisi Ezgi AKKUŞ'un tez çalışması için Fakültemiz Sınıf Eğitimi Programı 2. sınıf öğrencilerinin "Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II" dersinde bir dönem boyunca ders veren öğretim üyesi gözetiminde uygulama yapması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Melik BÜLBÜL
Eğitim Fakültesi Dekanı

Mevcut Elektronik İmzalar

MELİK BÜLBÜL (Eğitim Fakültesi Dekanlığı - Dekan) 11/02/2019 11:16

Adres: Fırat Mah. Emurum yolu üzeri 4. km Rektörlük Kampüsü Merkez/AĞRI

Telefon: 04722162035 Faks: 04722162036

e-Posta: egitim@agri.edu.tr Elektronik Ağ: egitim.agri.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için iribot: Nazlı Karataş

Unvanı: Bilgisayar İşletmeni

Dahili No: 5430

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

EK-2

Bilimsel Süreç Beceri Testi Kullanımına Yönelik İzin Belgesi

EZGİ AKKUŞ

27 Şub 2019 Çar 23:17 ☆

MERHABA Hocam Ben Ezgi AKKUŞ İbrahim Çeçen Üniversitesinde yüksek lisans yapıyorum. Danışmanı olduğunuz Emre Savaş'ın tezinde yer alan Kazanı [...]

AyselMergenKocakulah <ayselko@balikesir.edu.tr>

18 Şub 2019 Pzt 11:28 ☆ ↩ ⋮

Alıcı: ben ▼

Merhaba Ezgi,

kaynak göstermek şartıyla elbette kullanabilirsin. Çalışmalarında kolaylıklar dilerim.

Sevgilerimle...

Dr. Aysel Kocakulah

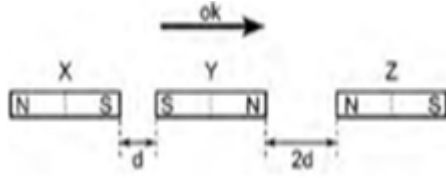
Balıkesir Üniversitesi
Necatibey Eğitim Fakültesi
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı

Balıkesir

----- Orijinal Mesaj -----

EK-3: AKADEMİK BAŞARI TESTİ (ABT)

1.)



Özdeş X, Y, Z çubuk mıknatısları, sürtünmesiz yatay düzlemde şekildeki konumda hareketsiz tutuluyor.

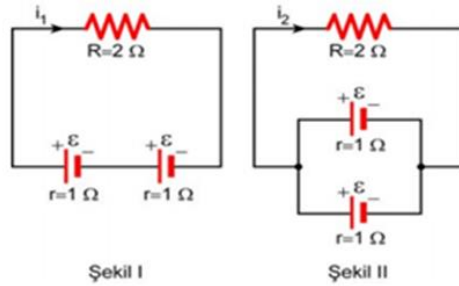
Mıknatısların üçü de aynı anda serbest bırakılırsa hangileri ok yönünde harekete başlar?

(Yerin manyetik alanı önemsizdir.)

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z

D) X ve Y E) Y ve Z

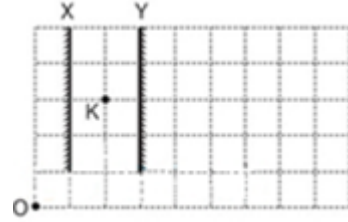
2.) Her birinin iç direnci 1Ω olan özdeş iki üreteç; 2Ω 'luk R direncine Şekil I' deki gibi bağlandığında devreden geçen akımın şiddeti i_1 , Şekil II'deki gibi bağlandığında da i_2 oluyor.



Buna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı kaçtır?

A) $\frac{1}{5}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{5}{8}$ D) $\frac{4}{5}$ E) $\frac{5}{4}$

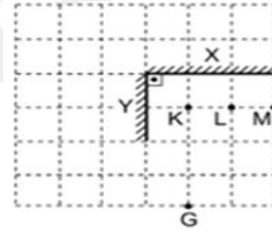
3.) Noktasal K cismi ile X, Y düzlem aynaları şekildeki gibi yerleştiriliyor.



O noktasından bakan bir göz, K noktasal cisminin aynalardaki görüntülerinden en çok kaç tanesini görebilir?

A)1 B) 2 C) 3 D) 4 E)5

4.)

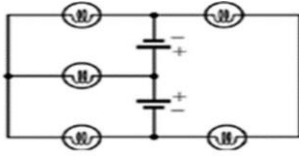


Sayfa düzlemine dik konulan X ve Y düzlem aynalarından oluşan şekildeki düzenekte K, L, M noktasal cisimlerinin 9 görüntüsü oluşuyor.

G noktasından bakan bir gözlemci bu görüntülerden en çok kaç tanesini görebilir?

A)3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7

5.)

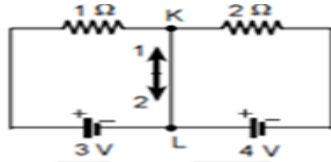


Özdeş üreteç ve özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede kaç lamba ışık verebilir?

(Üreteçlerin içdirençleri önemsizdir.)

A)4 B) 5 C) 3 D) 2 E) 1

6.)



Şekildeki elektrik devresinde, KL kolundan geçen akımın yönü ve büyüklüğü nedir?

(Üreteçlerin içdirençleri önemsizdir.)

	<u>Yön</u>	<u>Büyüklük</u>
A)	2	1A
B)	2	2A
C)	1	1A
D)	1	2A
E)	1	3A

7.)



Özdeş K, L, M lambaları ve özdeş üreteçlerden oluşan şekildeki elektrik devresinde lambalar ışık vermektedir.

Buna göre;

I. K lambası L lambasından daha çok ışık verir.

II. K lambası M lambasından daha çok ışık verir.

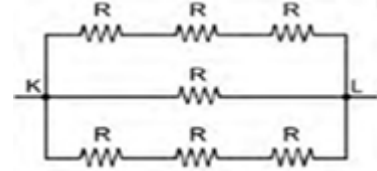
III. L lambası M lambasından daha çok ışık verir.

yargılarından hangileri doğrudur?

(Üreteçlerin iç dirençleri önemsizdir.)

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

8.)

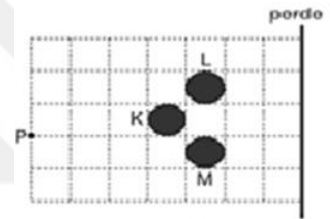


Her birinin direnci $R = 1\Omega$ olan 7 direnç şekildeki gibi bağlanıyor.

Buna göre, K ve L noktaları arasındaki eşdeğer (denk) direnç kaç Ω dur?

A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{5}{3}$ C)3 D) 4 E)7

9.)



Karanlık bir ortamda P noktasal ışık kaynağı ile K, L, M topları bir perdenin önüne şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

Buna göre perdede oluşan gölge aşağıdakilerden hangisine benzer?

A) B) C)

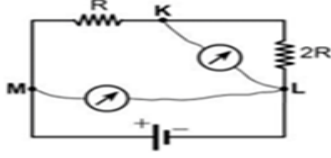


D)

E)



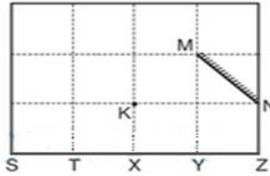
10.) Şekildeki elektrik devresinin K, L noktaları arasında bağlanan voltmetrorenin gösterdiği değır V_{KL} . M, L arasında bağlanan voltmetrorenin gösterdiği değır de V_{ML} dir.



Voltmetreler özdeş olduğuna göre, $\frac{V_{KL}}{V_{ML}}$ oranı kaçtır?

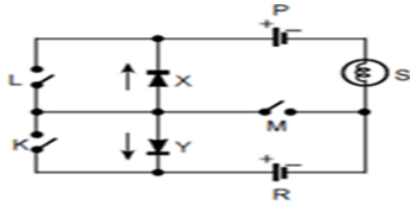
- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{1}{3}$ D) $\frac{2}{3}$ E) 2

11.) Düşey kesiti şekildeki gibi olan bir odada, MN çaplı, daire biçimli bir düz ayna ile, noktasal K ışık kaynağı vardır.



Kaynaktan aynaya gelip yansıyan ışınların, odanın tabanında oluşturdukları aydınlık bölgenin bu kesitteki izdüşümü neresidir?

- A) SY B) SX C) TY D) TZ E) X

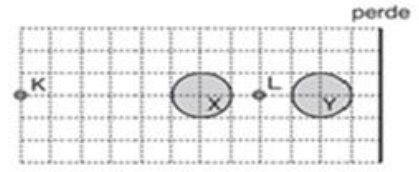


Özdeş X,Y diyotları ile özdeş P,R üreteçlerinden ve S lambasından oluşan şekildeki elektrik devresinde K, L, M anahtarları açıktır.

X,Y diyotları akımı yanlarındaki oklar yönünde geçirdiğine göre, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılırsa S lambası ışık verebilir?

- A) Yalnız K'yi kapatmak
B) Yalnız M'yi kapatmak
C) K ve L'yi birlikte kapatmak
D) K ve M'yi birlikte kapatmak
E) L ve M'yi birlikte kapatmak

13.)

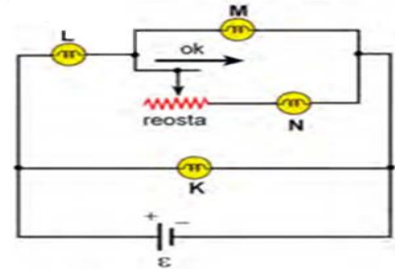


Karanlık bir ortamda, K, L noktasal ışık kaynakları ile X, Y topları bir perdenin önüne şekildeki gibi yerleştiriliyor.

Aşağıdaki işlemlerden hangisi yapıldığında, perde de hiç ışık almayan bölgenin alanı en küçük olur?

- A) Yalnız K kaynağını kaldırmak
B) Yalnız L kaynağını kaldırmak
C) K kaynağı ile X topunu birlikte kaldırmak
D) L kaynağı ile Y topunu birlikte kaldırmak
E) L kaynağı ile X topunu birlikte kaldırmak

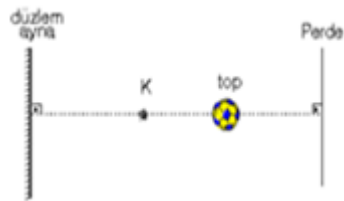
14.) İçdirenci önemsiz bir üreteç ve özdeş lambalardan oluşan şekildeki devre kuriliyor ve ampullerin parlaklığı gözleniyor.



Bu gözlem sonrasında reostanın sürgüsü ok yönünde kaydırılırsa hangi lambaların parlaklığı değişmez?

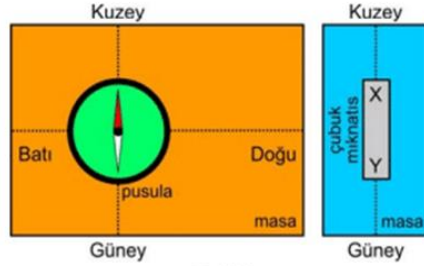
- A) Yalnız K
B) Yalnız L
C) Yalnız M
D) L ve M
E) K ve M

16.)

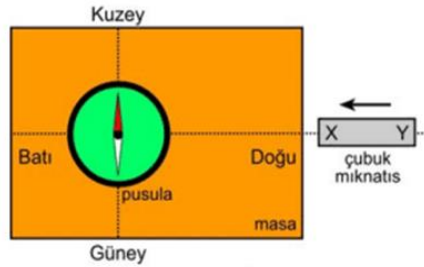


	<u>S_T</u>	<u>S_Y</u>
A)	Büyür	Büyür
B)	Büyür	Değişmez
C)	Büyür	Küçülür
D)	Küçülür	Büyür
E)	Küçülür	Değişmez

18.) Bir masanın üzerindeki pusulanın ibresi ile pusulanın etkilenmeyeceği uzaklıktaki sürtünmesiz başka bir masa üzerinde serbest bırakılan çubuk mıknatıs, Şekil I' deki gibi birbirine paralel ve Kuzey-Güney doğrultusunu gösterecek biçimde duruyor.



Şekil I



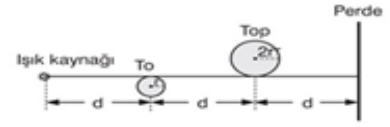
Şekil II

Çubuk mıknatıs, Şekil II'deki gibi Doğu-Batı doğrultusunda ve Batı yönünde masadaki pusulaya doğru yaklaşıyor.

Çubuk mıknatıs, pusulayı etkileyecek kadar yaklaştığında pusula ibresinin masa düzlemindeki hareketi için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

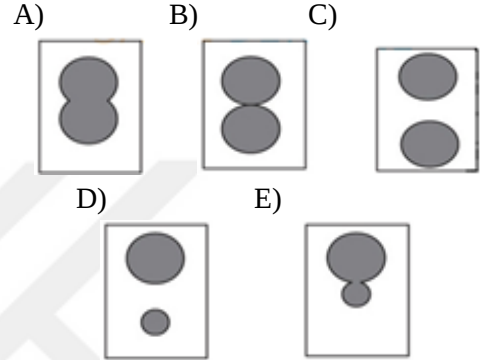
- A) Saat ibresinin dönme yönünde bir miktar sapar.
- B) Hiç hareket etmez, bir değişiklik olmaz.
- C) Sürekli çembersel hareket yapar.
- D) Saat ibresinin dönme yönünde 180° sapar.
- E) Saat ibresinin dönme yönünün tersi yönde bir miktar sapar.

19.)

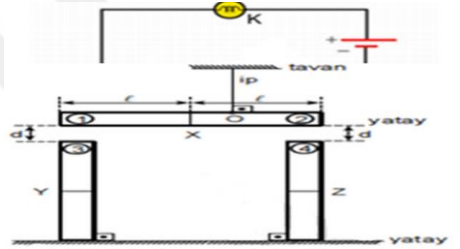


Noktasal bir ışık kaynağı ile yarıçapları r ve $2r$ olan iki top ve bir perde de d aralıklarla şekildeki gibi yerleştirilmiştir.

Buna göre perdedeki gölge aşağıdakilerden hangisine benzer?



20.)



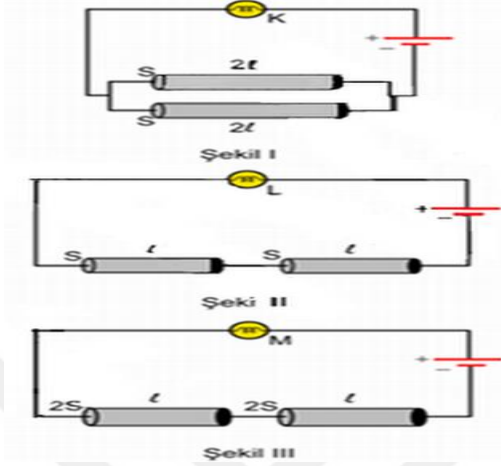
Düzgün, türdeş ve özdeş X,Y,Z çubuk mıknatıslarından oluşan şekildeki düzenekte, O noktasından ipe asılı X mıknatısı yatay konumda dengededir.

İpteki gerilme kuvvetinin büyüklüğü sıfır olmadığına göre, mıknatısların 1, 2, 3, 4 numaralı kutuplarının işaretleri aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

	1	2	3	4
A)	N	N	N	S
B)	N	S	S	S
C)	N	S	N	N
D)	S	N	S	N
E)	S	N	N	S

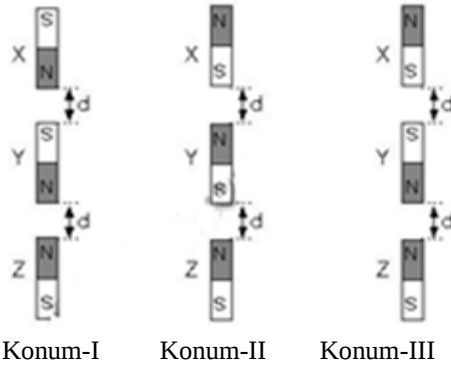
21.) İç dirençleri önemsiz özdeş piller ile özdeş lambalar kullanılarak aynı maddeden yapılmış; uzunlukları ve kesit alanları üzerinde belirtilmiş olan direnç telleriyle şekildeki K,L,M lambalarının bulunduğu üç farklı basit devre kuruluyor.



Buna göre ışık veren K,L,M lambalarının parlaklıkları I_K , I_L ve I_M arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangidir?

- A) $I_K < I_L < I_M$ B) $I_M < I_L < I_K$
 C) $I_K < I_L = I_M$ D) $I_K = I_L < I_M$
 E) $I_L < I_K = I_M$

22.)



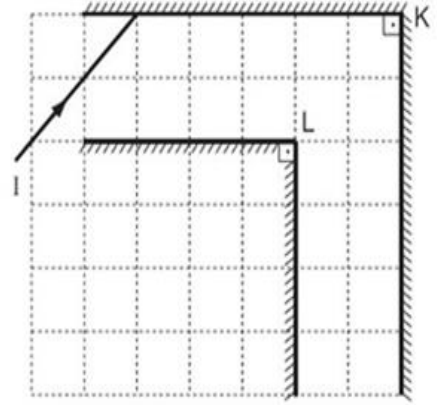
Özdeş X, Y, Z çubuk mıknatısları, sürtünmesiz yatay düzlemde, aralarında d uzaklığı olacak biçimde, şekildeki gibi üç ayrı konumda tutuluyor.

Bu konumların hangilerinde, Y mıknatısı serbest bırakılırsa d uzaklığı değişmez?

(Yerin magnetik alanının etkisi önemsizlenecektir.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) II ve III

23.)

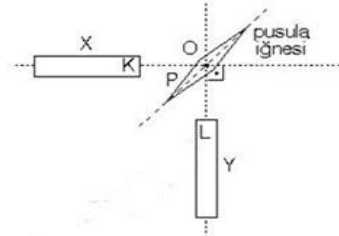


Şekildeki gibi düzenlenmiş dik açılı K ve L aynalarından oluşan düzeneğe gelen I ışık ışını, K de n_K , L den de n_L kez yansıyor düzeneği terk ediyor.

Buna göre n_K ve n_L kaçtır?

- | | n_K | n_L |
|----|-------|-------|
| A) | 2 | 3 |
| B) | 3 | 2 |
| C) | 3 | 4 |
| D) | 4 | 2 |
| E) | 4 | 3 |

24.)



Özdeş X, Y mıknatısları yatay bir düzlemde tutulurken, aynı düzlemin O noktasına konan pusulanın iğnesi şekildeki gibi dengede kalıyor.

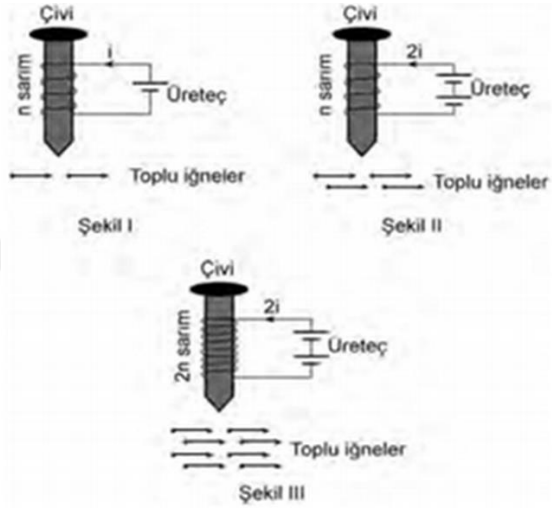
Buna göre, mıknatısların K, L kutupları ile pusula iğnesinin kutbunun işareti aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

(Yerin magnetik alanının etkisi önemsizlenecektir.)

- | | K | L | P |
|----|---|---|---|
| A) | N | S | N |
| B) | N | S | S |
| C) | S | N | N |
| D) | S | N | S |
| E) | S | S | N |

25.) Özdeş çiviler, özdeş üreteçler ve özdeş toplu iğneler ile yapılan gözlemlerde elektromıknatıslık, çekilen toplu iğnelerin sayısı ile ölçülmektedir.

Bir grup öğrenci, elektromıknatıslığın çivilere sarılan telden geçen elektrik akımı ve sarım sayısı ile ilişkisini araştırmak için Şekil I, II ve III düzeneklerini kuruyor.



Toplu iğnelere yaklaştırıldığında, her bir düzenekteki elektromıknatısın şekillerde görülen sayıda toplu iğneyi çektiği gözleniyor.

Bu gözlemlerden yararlanılarak aşağıdaki çıkarımlardan hangisinde bulunulamaz?

- A) Akım 2 katına çıkarsa elektromıknatıslık da 2 katına çıkar.
- B) Sarım sayısı 2 katına çıkarsa elektromıknatıslık da 2 katına çıkar.
- C) Hem akım hem de sarım sayısı 2 katına çıkarsa elektromıknatıslık 4 katına çıkar.
- D) Elektromıknatıslık, hem akıma hem de sarım sayısına bağlıdır.
- E) Elektromıknatıslığı değiştirmenin tek yolu, akım şiddetini değiştirmektir.

EK-4: Bilimsel Süreç Becerileri Testi
(BSBT)

1. Nida, fasulyeyi yetiştirmek için 3 çeşit toprağın (killi, kumlu, humuslu) hangisinin en iyi olacağını bilmek istemektedir. Fasulye fidelerini eşit büyüklüklerde ve içlerinde farklı toprak çeşidi olan saksılara ekti. Saksılar güneşli bir pencerenin önüne yerleştirildikten sonra, onlara aynı miktarda su verildi. Fasulye bitkileri 10 günün sonunda incelendi ve büyümelerindeki farklılıklar kaydedildi. **Fasulye filizlerinin büyüme oranlarındaki farklılıkları hangi faktörün oluşturduğunu düşünüyorsunuz?**
- A. Kullandıkları güneş miktarı
B. Kullanılan toprak tipi
C.Ortam sıcaklığı
D.Bitkilerdeki klorofil miktarları

2, 3 ve 4. sorular aşağıdaki araştırmaya dayalıdır.

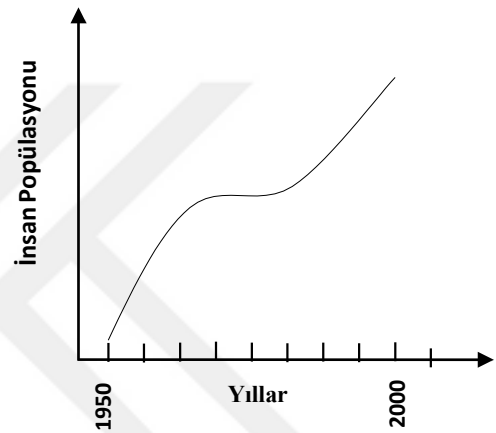
Tahsin soğuk kışın domateslerinin büyümesini nasıl etkileyeceğinden kaygılanıyor. Sıcaklığın domates bitkisinin büyüme oranına etkisini araştırmaya karar veriyor. Domates fidelerini 4 özdeş saksı, aynı toprak tipi ve aynı miktarlarda suyla diyor. Saksılar farklı sıcaklıklardaki, farklı cam kaplara yerleştiriliyor. Bunlardan biri 0°C, diğeri 10°C, bir diğeri oda sıcaklığı ve dördüncü ise 50°C sıcaklıktadır. 14 günün sonunda domates bitkilerinin büyüme oranları kaydediliyor.

2. **Bu araştırmada sıcaklıktaki değişimlerin ne gibi bir etkisi vardır?**
- A. Mevsimlerdeki farklılık
B. Kullanılan su miktarındaki farklılık
C. Domates bitkisinin büyüme oranındaki farklılık
D.Farklı saksılardaki toprak türlerinin farklılığı
3. **Yukarıdaki deneyde araştırılmakta olan faktör/faktörler:**
- A. Sıcaklıktaki değişim ve kullanılan toprak türü
B. Sıcaklıktaki değişim ve domates bitkisinin büyüme oranı
C.Domates bitkisinin büyüme oranı ve kullanılan su miktarı
D.Kullanılan toprak türü ve domates bitkisinin büyüme oranı

4. **Bu araştırmada sabit tutulan faktör aşağıdakilerden hangisidir?**

- A. Zaman ve domatesin büyüme oranı
B. Domates bitkisinin büyüme oranı ve kullanılan su miktarı
C.Toprak türü ve kullanılan su miktarı
D.Sıcaklık ve kullanılan toprak türü

5. Aşağıdaki grafik 1950'den 2000 yılına kadar insan popülasyonundaki değişikliğini göstermektedir.



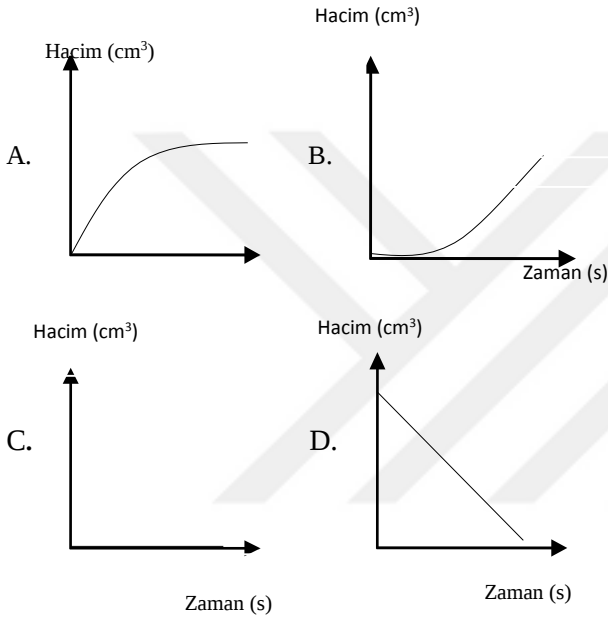
Aşağıdakilerden hangisi grafiği en iyi şekilde tanımlamaktadır?

- A. Yılların artışı ile insan popülasyonu da artmıştır.
B. Yılların artışı ile insan popülasyonu artmış sonra azalmış daha sonra yine artmıştır.
C.Yılların artışı ile insan popülasyonu ilk önce artmış sonra aynı kalmış ve tekrar artmıştır.
D.Yılların artışı ile insan popülasyonu artmış ve sonra aynı kalmıştır.
6. Temel, bir futbol topundaki hava basıncı ne kadar fazla ise, vurulduğunda o kadar uzağa gideceğini düşünmektedir. Bunu araştırmak için, birkaç top ve basınç göstergeli pompa kullanır. **Temel bu fikrini nasıl test etmelidir?**
- A. Toplara aynı noktadan farklı kuvvetlerle vurarak.
B. Farklı hava basınçlı toplara aynı noktadan vurarak.
C.Aynı hava basınçlı toplara yerden farklı açılarla vurarak.
D.Farklı hava basınçlı toplara, farklı noktalardan vurarak.

7. Sevinç magnezyum ile seyreltik hidroklorik asidin reaksiyona girdiği bir araştırma yürütüyor. Reaksiyonda üretilen hidrojen miktarını her saniye kaydediyor. Sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Zaman(s)	0	1	2	3	4	5	6	7
Hacim(cm ³)	0	14	23	31	38	40	40	40

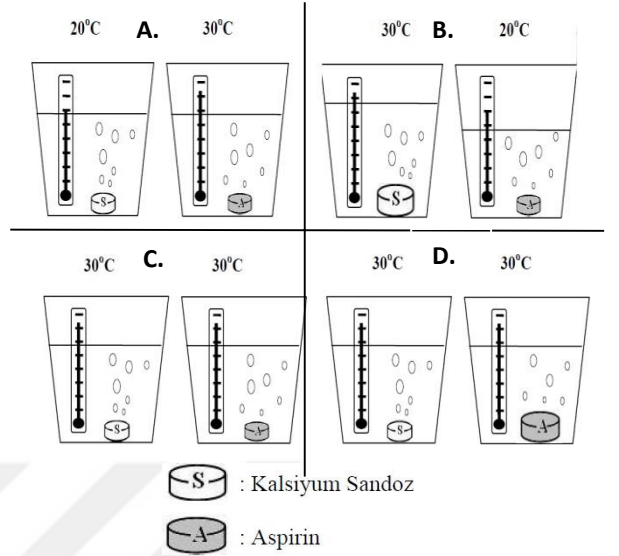
Yukarıdaki sonuçları doğru bir şekilde gösteren grafik aşağıdakilerin hangisidir?



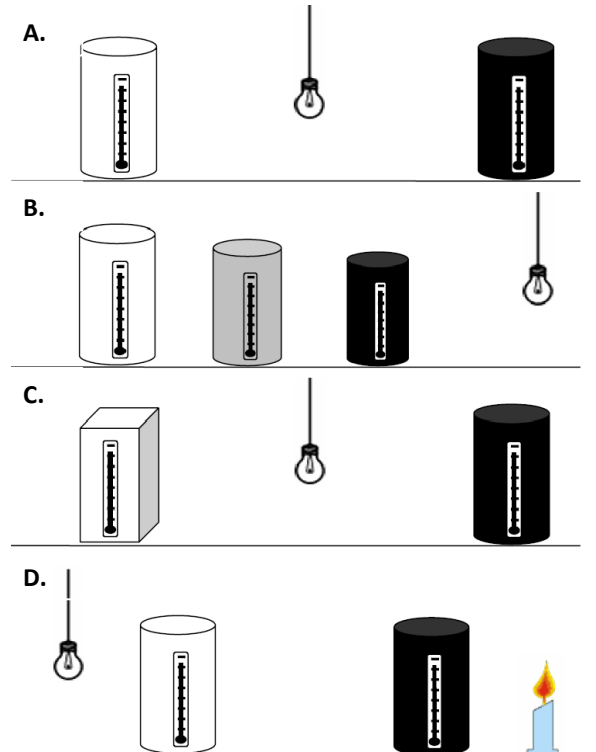
8. Bir çiftçi tavuklarını kümeste besliyor. Bazı tavukların diğerlerinden daha fazla yumurtladığına fark ediyor. Başka bir çiftçi tavuklara verilen yem ve su miktarı ile tavukların ağırlığının, yumurtladıkları yumurta sayısını etkilediğini söylüyor. Aşağıdakilerden hangisi tavukların yumurtladıkları yumurta sayısını etkileyen muhtemel faktörlerden biri değildir?

- A. Tavukların yumurtladığı kümesin büyüklüğü
B. Tavukların ağırlığı
C. Tavuklara verilen yem miktarı
D. Tavuklara verilen su miktarı

9. “Kalsiyum sandoz tableti, aspirin tabletine göre suda daha hızlı çözünür.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?



10. “Işıktaki bırakıldıklarında koyu renkli cisimler açık renkli cisimlere göre daha çok ısınır.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olmalıdır?



11. Bir biyoloji öğretmeni sınıfına, ışık şiddeti ile bitkinin büyüme oranı arasındaki ilişkiyi göstermek istiyor. Bir araştırma yürütüp aşağıdaki sonuçları elde ediyor.

Işık şiddeti (Kandil)	Büyüme Oranı (cm)
250	2
800	5
1000	9
1200	11
1800	12
2000	15
2400	13
2800	10
3100	5

Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi bu sonuçların ne gösterdiğini doğru bir şekilde tanımlar?

- A. Işık şiddeti artarsa, bitkinin büyümesi de artar.
B. Bitkinin büyümesi artarsa, ışık şiddeti azalır.
C. Bitkinin büyümesi artarsa, ışık şiddeti önce artar sonra azalır.
D. Işık şiddeti artarsa, bitki büyümesi önce artar sonra azalır.

12. **Aşağıda önerilen deney tasarımlarından hangisi “Buz, suda havada olduğundan daha hızlı erir.” hipotezini test etmek için en uygun olanıdır?**

A. Kütleleri eşit, şekilleri aynı olan iki buz kalıbı alınır. Birinci buz kalıbı, 40 °C sıcaklıktaki suda, ikinci buz kalıbı ise 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

B. Şekilleri aynı, birisi 25 gram, diğeri 50 gram kütleli iki buz kalıbı alınır. 25 gramlık buz kalıbı 20 °C sıcaklıktaki suda, 50 gramlık buz kalıbı ise aynı sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

C. Kütleleri eşit, şekilleri aynı olan iki buz kalıbı alınır. Birinci buz kalıbı, 20 °C sıcaklıktaki suda, ikinci buz kalıbı ise 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

D. Şekilleri aynı birisi 25 gram, diğeri 50 gram kütleli iki buz kalıbı alınır. Her iki buz kalıbı da 20 °C sıcaklıktaki havada erimeye bırakılır. Buzların tamamen eriyip sıvı hale gelmesi için geçen süreler ölçülür. Bu süreler karşılaştırılır.

13. Bir radyo reklamında ABC'nin, diğer deterjanlardan daha fazla köpük ürettiği iddia ediliyor. Cemal bunu doğrulamak istiyor. Eşit miktarlardaki suyu, 4 leğenin içine koyarak, her birine birer kap farklı toz deterjan (Biri ABC) ekliyor. Her bir kabı çalkalıyor ve birinin daha köpüklü olduğunu gözlemliyor. **Aşağıdaki hangisi toz deterjanın köpük üretimine etki eden muhtemel faktörlerden değildir?**

- A. Suyu karıştırmak için harcanan zaman
B. Yapılan karıştırma miktarı
C. Kullanılan leğenin tipi
D. Kullanılan toz deterjanın markası

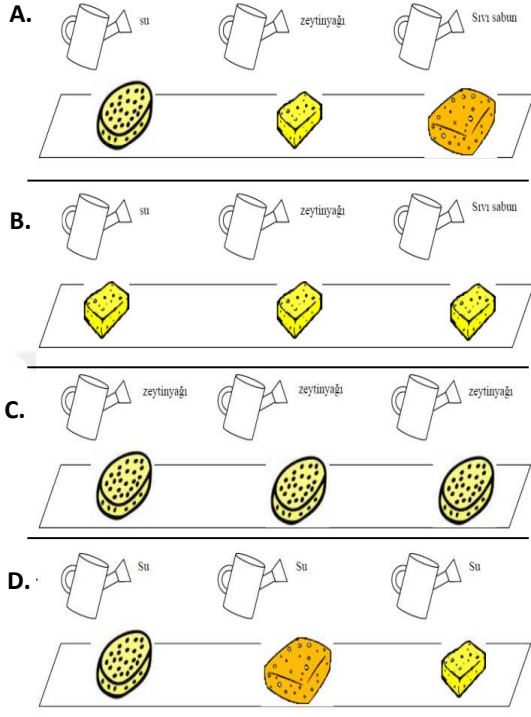
14. Bir fen bilgisi öğretmeni öğrencilerine mıknatısın çekme gücünü göstermek istemektedir. Farklı şekillerde ve boyutlarda mıknatıslar kullanır. Her bir mıknatısın çektiği demir tozlarının ağırlığını tartar. **Bu araştırmada mıknatısların çekme gücü nasıl belirlenmiştir?**

- A. Mıknatısların çektikleri demir tozlarının ağırlıkları ile
B. Kullanılan mıknatısların boyutları ile
C. Demir tozlarını çekmek için kullanılan mıknatısların ağırlığı ile
D. Kullanılan mıknatısların şekilleri ile

15. Bir çiftçi ürettiği mısır miktarını arttırmak istemektedir. Ürettiği mısır miktarını etkileyen faktörler üzerinde çalışmaya karar verir. **Çiftçi aşağıdaki fikirlerin hangisini test edebilir?**

- A. Ürettiği mısır miktarı ne kadar fazla olursa, yıl içinde o kadar fazla kar yapar.
B. Kullandığı gübre miktarı ne kadar fazla olursa, o kadar çok mısır üretir.
C. Yağan yağmurlar ne kadar fazla olursa, gübreleme o kadar verimli yapılır.
D. Ürettiği mısır miktarı ne kadar fazla olursa, mısır fiyatları o kadar ucuzlar.

16. “Bir süngerin emebileceği sıvı miktarı sıvının cinsine bağlı olarak değişir.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



17. Aşağıda önerilen deney tasarımlarından hangisi “Kütlesi büyük olan cisimler daha yavaş ısınır.” hipotezini test etmek için en uygun olanıdır?

A. Başlangıç sıcaklıkları eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış, kütleleri birbirinden farklı üç cisim alınır. Birinci cisim 3 dakika, ikinci cisim 6 dakika, üçüncü cisim de 9 dakika boyunca ısıtılır. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.

B. 10°C’de 10 gram kütleli demir, 20°C’de 20 gram kütleli bakır ve 30°C’de 30 gram kütleli gümüş cisimler alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.

C. Başlangıç sıcaklıkları eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış, kütleleri birbirinden farklı üç cisim alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.

D. Başlangıç sıcaklıkları ve kütleleri eşit olan, aynı cins maddeden yapılmış üç cisim alınır. Tüm cisimler özdeş ısı kaynaklarıyla eşit sürede ısıtılırlar. Son sıcaklıklar ölçülüp karşılaştırılır.

18. Hobi olarak gül yetiştiren Ayşe'nin 6 kırmızı, 6 beyaz gül fidesi vardır. Bir arkadaşı, fidelerin sabah güneşi alırsa daha fazla çiçek açacaklarını söyler. Böylece Ayşe, gül fidelerinin öğlen güneşi yerine sabah güneşi alınca daha fazla çiçek açacaklarını düşünür. **Ayşe, arkadaşının fikrini denemek için aşağıdakilerden hangisini yapmadır?**

A. Bütün fidelerini sabah güneşine bırakır. Her fidenin açtığı çiçek sayısını sayar. Bunu 4 ay sürdürür. Sonra her gül çeşidi için açılan çiçek miktarının ortalama değerini bulmalı

B. Bütün fidelerini 4 ay boyunca sabah güneşine bırakır. Bu süre boyunca açan çiçekleri sayar. Sonra bütün çiçekleri 4 ay boyunca öğlen güneşine bırakır. Bu süre boyunca açan çiçekleri sayar.

C. Beyaz güllerinin 3 tanesini sabah, geri kalan 3 beyaz gülü de öğlen güneşine bırakır. 4 ay boyunca açan çiçek miktarlarını her fide için sayar.

D. Beyaz ve kırmızı fidelerin 3'er tanesini sabah güneşine, geri kalanları ise öğlen güneşine bırakır. Her fide için açan çiçek miktarlarını 4 ay boyunca sayar.

19. Bir okul bahçivani 7 farklı futbol sahasındaki çimleri biçmektedir. Her hafta farklı bir sahayı biçmektedir. Çimler genellikle bazı sahalarda diğerlerinden daha uzundur. Bahçıvan otların uzunluklarının neden farklı olduğu hakkında bazı tahminler yapar. **Aşağıdakilerden hangisi çimlerin uzunluklarının farklı olması hakkında test edilmeye uygun bir açıklamadır?**

A. Daha fazla su alan sahalanın çimleri daha uzundur.

B. Kısa çimenleri olan sahalarda futbol oynamak için daha uygundur.

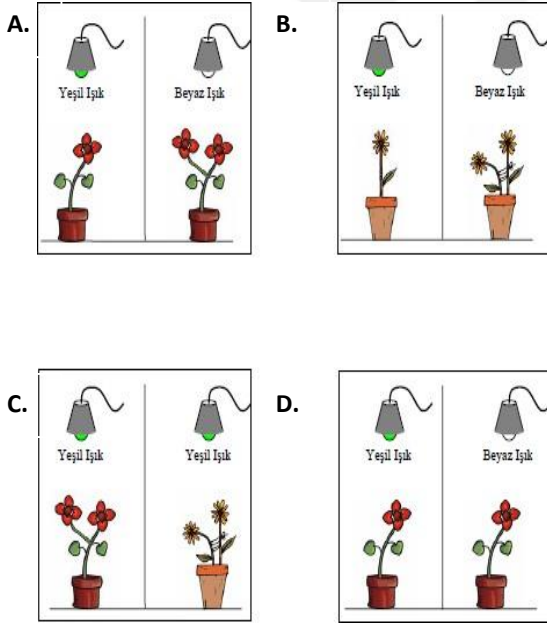
C. Sahada ne kadar çok taş varsa, çimleri kesmek o kadar zor olur.

D. Daha fazla karbondioksit soğuran sahalarda daha uzun çimenler vardır.

20. Murat suyun kaynaması için geçen zamanın neyin belirlediğini bilmek istiyor. Aynı miktarlardaki suyu farklı boyutlarda ve farklı maddelerden yapılmış (kil, çelik, alüminyum ve bakırdan) kaplara boşaltıyor. Kaplara aynı miktarda ısı vererek her kaptaki sıvının kaynaması için geçen süreyi ölçüyor. **Bu araştırmada aşağıdakilerden hangisi suyun kaynama süresini etkilemektedir?**

A. Kabin şekli ve su miktarı
B. Kaptaki su miktarı ve verilen ısı miktarı
C. Kabin boyutu ve tipi
D. Kabin tipi ve kullanılan ısı miktarı

21. “Bitkiler yeşil ışık altında daha hızlı gelişirler.” hipotezini test etmek için aşağıda verilen deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



22. Bir araştırmacı, çocuklara verilen vitamin miktarındaki artışın, büyümelerinde bir artışa sebep olup olmayacağını öğrenmek istiyor. **Araştırmacı, çocukların büyüme hızlarını nasıl ölçebilir?**

A. Verilen yaştaki çocuğun söyleyebildiği kelime sayısını sayarak.
B. Çocuğa verilen vitamin miktarını ölçerek.
C. Çocuğun hareketlerini ölçerek.
D. Çocuğu her hafta tartarak.

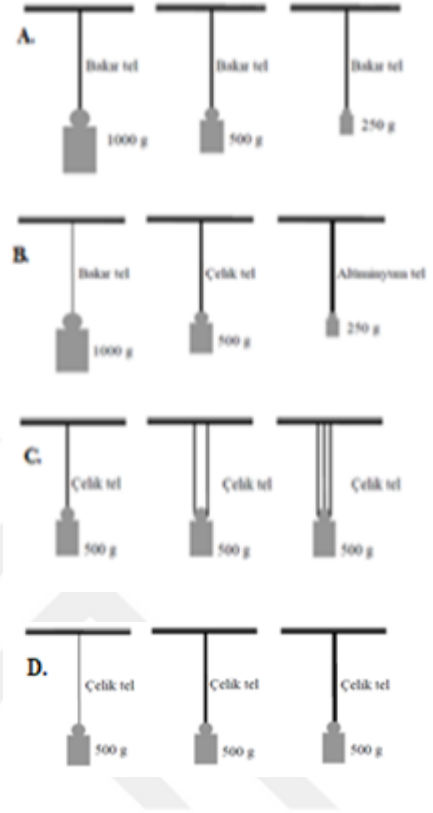
23. Miray, etin, salatalığın, lahananın ve mısır tanelerinin içerdiği su miktarını ortaya çıkarmak istiyor. Yiyeceklerin her birini ince ince doğruyor ve dikkatlice her birinden 10ar gram ölçüyor. Sonra her birini tabağa koyarak, kapları 100 °C' ye ayarlanmış fırına veriyor. Her 30 dakikada bir her yiyeceğin kütlesini ölçerek, bu işlemi yiyeceğin kütlesinin değişmediği ardışık iki ölçüme kadar devam ettiriyor. Sonra her bir yiyeceğin içerdiği su miktarını belirliyor. **Bu deneyde her yiyecekteki su miktarı nasıl ölçülmüştür?**

A. Her bir örnek 100°C'ye ısıtılıp su buharlaştırılarak
B. Her yiyecek 30 dakikada bir ölçülüp son kütle belirlenerek.
C. Araştırma başında ince ince doğranıp 10'ar gram ölçülerek.
D. Her yiyeceğin başlangıç ve son kütleleri arasındaki fark bulunarak.

24. Tuğrul, arkadaşlarına, suyun içinde bulunduğu kabın, kaynarken kaybedilen su oranını etkilediğini göstermek istemektedir. Aynı maddeden yapılmış farklı büyüklüklerdeki kaplara aynı miktarlarda su doldurmuştur. Kapların hepsine aynı miktarda ısı vermiştir. 30 dakika sonra, her bir kapta kalan su miktarını ölçmüştür. **Bu araştırmada kaybolan su oranı nasıl ölçülmüştür?**

- A. Isıtıldıktan sonra her kabın içerisinde kalan su miktarlarını ölçerek
B. Suyu 30 dakika kaynatmak için farklı büyüklüklerde kaplar kullanılarak
C. Her kaptaki suyu kaynatmak için geçen süreyi belirleyerek
D. Verilen süre içerisindeki suyun ilk ve son miktarları arasındaki farkı belirleyerek

25. “Bir telin kalınlığı artıkça, yük taşıyabilme kapasitesi de artar.” hipotezini test etmek için aşağıda hazırlanan deney düzeneklerinden hangisi en uygun olanıdır?



EK 5: Deney Grubunda Uygulama Öncesi Hazırlık Planı

1. Öğretmen adaylarının 6 kişiden oluşan 5 farklı heterojen grup oluşturmaları sağlanır.
2. Öğretmen adaylarına Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) hakkında bilgi verilir ve dersin MTS'ye göre ne şekilde işleneceği ayrıntılı olarak anlatılır.
3. MTS'de yer verilen kriter ve kısıtlama kavramlarının tanımları yapılır ve bu tanımlara örnekler verilir.
4. Senaryolar hakkında bilgi verilir.
5. Mühendislik tasarım defteri tanıtılır.

Not: Her ders uygulamasından sonra araştırmacılar defterleri toplar ve bir sonraki ders için gerekli hazırlıkları yaparak öğrencilere ders öncesinde dağıtır.

6. Öğretmen adaylarına, kendilerini bir mühendis gibi hissetmeleri ve her ders hazırlanan senaryoyu dikkatlice inceleyip problem durumunu ortaya çıkarmaları ve kendilerinden istenilenlere yönelik sorulan sorulara cevaplar bulmaları gerektiği belirtilir. Bu aşamada öğretmen adaylarına, “*Mühendis ne yapar? Görevi nedir?*”, “*Mühendisler hangi bilim dallarını kullanırlar?*”, “*Mühendisler problemleri nasıl çözer?*” gibi sorular yöneltilerek mühendislik hakkında bilgi paylaşımı yapılır ve her öğretmen adayının fikirlerini defterlerine yazmaları sağlanır. Bu soruları sormadaki asıl amaç öğretmen adaylarının mühendislik mesleği hakkında fikirlerini ortaya koymak ve bir mühendis gibi çalışacağı bilincini uyandırarak onları süreçte hazırlamaktır.

Dikkat Edilmesi Gerekenler:

1. Uygulama sırasında öğrencilere MTS'nin hangi basamağında oldukları söylenmemelidir. Araştırmacılar tarafından yönlendirilen sorularla kendilerinin bulmaları sağlanmalıdır.

Not: Eklerde yer alan modüllerde okuyucuya kolaylık sağlaması açısından MTS basamaklarına yer verilmiş olup, MTD'de ise yer verilmemiştir.

2. Tüm modüllerin tasarımı yapılmadan önce araştırmacılar tarafından pilot çalışması yapılmalıdır. Eksik araç-gereçler, değiştirilmesi gereken araç-gereçler ve dikkat edilmesi gereken durumlar önceden belirlenmelidir. Örneğin; pillerin pil

yatağında uzun süre kalması pillerin erkenden tükenmesi, erimesi ve aşırı ısınması dikkat edilmesi gereken bir durumdur.

3. Uygulamada tüm gruplara eşit malzeme verilmelidir. Ancak malzemelerin tükenmesi durumu göz önünde bulundurularak araştırmacılarda yedek malzemelerin bulunması gerekir. Örneğin; pillerin tükenme durumunda araştırmacıların gruplara yeni bir pil vermesi.



Modül 1: Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı

Konu: Elektrik Devresi

Süre: 7 ders saati

Araç-Gereçler

- Kalem pil (2 adet)
- Duy (1 adet)
- Pil yatağı (1 adet)
- Anahtar (1 adet)
- Ampul (3 mA ve 5 mA)
- Aynı uzunlukta bağlantı kabloları
- Farklı uzunluklarda ve farklı kesit alanlarında krom-nikel tel
- Farklı uzunluklarda ve farklı kesit alanlarında bakır tel
- Yuvarlak kutu (1 adet)
- İçi boşaltılmış yalıtkan kablo (10 cm)
- Dönebilen başlık (ucunda bakır aparat)
- Makas
- Silikon tabancası

1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Basamaklarına Yönelik Uygulama

MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarında uygulanan öğretim sürecine aşağıda yer verilmektedir.

1.1. Tanımlama Basamağı

- Öğretmen adayları, MTD’de (Mühendislik Tasarım Defteri) yer alan senaryoyu okur.

Enerji ve ısı tasarrufu derneği (ETADER) başkanı sizden yardım istiyor !!!

ETADER başkanı elektriğin kullanımı ile ilgili tasarruf sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sebeple evlerde ampul parlaklığını değiştirebilecek bir sistem geliştirmenizi istiyor. Bu sistem gelişirse hem ETADER başkanı amacına ulaşmış olacak hem de tasarruf sağlayabileceğimiz bir sistem gelişecektir. Siz değerli mühendislerden fazlasıyla umutlu ve sistemi geliştirebileceğinize inanmaktadır. Ayrıca ETADER’in grup üyelerine eşit olarak göndermiş olduğu malzemeler dışında ek bir malzeme verilmeyecek ve elindeki malzemeler ile istenilene en kısa sürede ve en çok yaklaşan mühendis grubu hem ödül alacak hem de yılın mühendis grubu olarak seçilecektir. Bu problemi çözebilmek için nasıl bir ürün tasarladınız?

- Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu, bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacağı ve ürünün kriterleri-kısıtlamaları oluşturmaktadır.
- Her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirtmelerini ister.
- Problem durumu tam olarak anlaşıldıktan sonra öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile ETADER arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların ETADER'e iletileceği belirtilir. Yapılan bu uygulamalar sonucunda tanımlama basamağı tamamlanır.
- Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

1.2. Öğrenme Basamağı

- Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve ETADER'den gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

*Değerli mühendislerimiz,
Ürünü tasarlamanız için ilk aşama basit bir elektrik devresi kurmak. Hepinize eşit malzemeler yolladım. Bu malzemeleri uygun bir şekilde kullanarak basit bir elektrik devresi kurun.
Kolaylıklar diliyorum.
ETADER*

- Öğretmen adayları mektubu okuduktan sonra deneyler yapmaya ve konu ile ilgili bilgileri, deneyler sonucu elde ettikleri deneyimlerle kazanırlar. Bu deneyler ve deneylerde yapılan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.

1.2.1. Deney 1: Basit elektrik devresi

Bu deneyin amacı, basit bir elektrik devresi kurmak ve ampul şiddetinin ampul parlaklığına etkisini incelemektir. Öğretmen adaylarına, MTD’de yer alan “*Basit devre elemanları nelerdir?*” sorusu yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye not ederler. Daha sonra 2 adet kalem pil, 1 adet duy, 1 adet ampul, 1 adet pil yatağı, aynı uzunluklarda 2 adet bağlantı kablosu her gruba eşit olarak verilir. Öğretmen adayları grup arkadaşlarıyla basit bir elektrik devresi kurar ancak pil yatağına pilleri yerleştirmeden önce MTD’ de yer alan aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Piller pil yatağına (+) uç (+) uca, (-) uç ise (-) uca takılarak bağlantı sağlanır.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları, pilleri pil yatağına yerleştirdikten sonra deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlarlar. Öğretmen adaylarına verilen 3 mA’lık ampule ek olarak şiddetlerini karşılaştırmaları için 5 mA’lık ampul verilir. Öğretmen adayları grup arkadaşlarıyla ampulü devreye bağlamadan önce MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Ampulün parlaklığı ampulün şiddetine bağlıdır.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Her iki ampulu devreye bağlayarak ampullerin karşılaştırmasını yapan öğretmen adayları tabloda yer alan deney sonucu öğrendiklerim bölümünü tamamlarlar. Öğretmen adayları bu uygulamadan sonra MTD’de yer verilen “*Basit bir elektrik devresi kurmadaki görevim ne?*” sorusunu cevaplandırır. Öğretmen adayları gruptaki görevini ve kurmuş olduğu basit elektrik devresinin çizimini, kullandığı malzemeleri de ekleyerek bireysel olarak MTD’ de çizimini gerçekleştirir.

1.2.2. Deney 2: Direnç

Bu deneyin amacı, direncin ne olduğunu öğrenmek, kullanılan telin uzunluğu ve kesit alanına bağlı olarak ampul parlaklığında meydana gelen değişimi incelemektir.

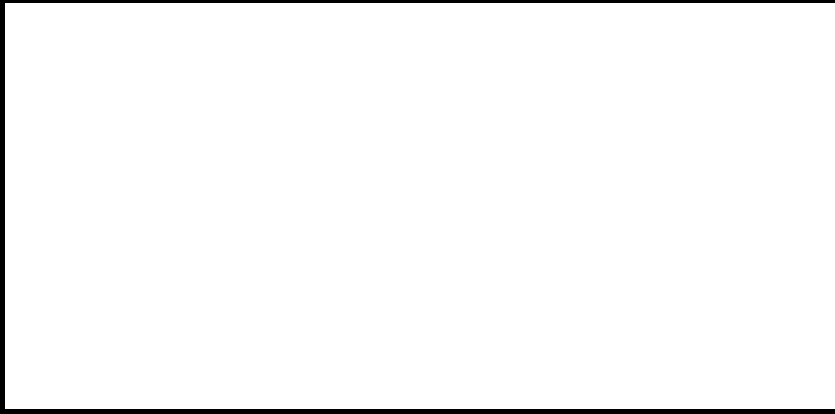
Öğretmen adayları, ETADER’den gelen mektubu okurlar. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
 Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev farklı uzunluklara, farklı kesit alanlara sahip krom-nikel telleri ve farklı şiddetlere sahip ampullerin ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. Ayrıca telin uzunluğunun ve kesit alanının ampul parlaklığına etkisini gösterecek grafikler çizmenizi istiyorum. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.
 ETADER

Deneyden önce MTD’de yer verilen “*Direnç nedir?*” sorusu öğretmen adaylarına yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye not ederler ve sonrasında direncin ne olduğuna yönelik sınıfta her grup görüşlerini sunar. Her gruba ek olarak farklı uzunluklarda krom-nikel tel (20 cm, 40 cm) eşit olarak verilir ve öğretmen adaylarından aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

<i>Krom-nikel telin uzunluğu arttıkça ampulün parlaklığı da artar.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Farklı uzunlukta krom-nikel telleri deneyen öğretmen adayları elde ettiği bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmına not ederler. Ayrıca, öğretmen adayları krom-nikel telin uzunluğunun ampulün parlaklığına etkisini gösterecek grafiği çizer.

Telin uzunluğu ile ampulün parlaklığı arasındaki ilişki


Telin uzunluğunun ampulün parlaklığına etkisi belirlendikten sonra telin kesit alanı ile parlaklık arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amacıyla her gruba farklı kesit alanlarında krom-nikel tel (0.1 cm, 0.2 cm) eşit olarak verilir ve öğretmen adaylarından aşağıdaki bölümü doldurmaları istenir.

<i>Krom nikel telin kesit alanı arttıkça ampulün parlaklığı da artar.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Farklı kesit alanlarında krom-nikel telleri deneyen öğretmen adayları elde ettiği bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmına not ederler. Ayrıca öğretmen adayları krom-nikel telin kesit alanının ampulün parlaklığına etkisini gösterecek grafiği çizer.

Telin kesit alanı ile ampulün parlaklığı arasındaki ilişki


- ETADER'den gelen aşağıdaki mektup okunur.

Değerli mühendislerimiz,
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık ayarlanabilir bir anahtar tasarlamanız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeleri hem tasarruflu hem de en iyi tasarlamanız gerekiyor. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.

ETADER

- Her gruba eşit olarak gerekli malzemeler dağıtılır. Bu malzemeler; yuvarlak kutu, 1 adet pil yatağı, 1 adet yalıtkan içi boşaltılmış kablo (10 cm), 2 adet kesit alanları farklı ve farklı uzunluklardaki bakır tel, 2 adet kesit alanları farklı ve farklı uzunluklardaki krom-nikel tel, 2 adet ampul (3 mA, 5 mA), 2 adet kalem pil, 1 adet dönebilen bir başlık, bağlantı kabloları, makas ve silikon tabancasıdır. Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini MTD'ye not ederler ve çizimini yaparlar.

Olası çözüm önerilerim ve taslak çizimlerim

- Öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD’de belirtirler.
- Öğretmen adayları bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD’ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur.

1.4. Test Etme-Karar Verme Basamağı

- Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD’ye yazarlar.
- Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

Karar Verme Tablosu		
Kriter ve Kısıtlamalar	Çözüm 1	Çözüm 2
1.		
2.		
3.		
Toplam Puan		

- Öğretmen adayları prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler.
- Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD’de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: “*Testlerinizin*

sonuçları nelerdir?”, “Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?”.

- Öğretmen adayları ürünlerini problem durumuna uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirir. Bununla birlikte test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı ETADER’in talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa, tekrar tasarlama basamağına gidilir.
- Son olarak, öğretmen adayları grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Ayarlanabilir Anahtar” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar.



Modül 2: Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek Tasarımı

Konu: Seri ve paralel bağlı devreler

Süre: 5 ders saati

Araç-Gereçler

- Kalem pil (12 adet)
- Yassı pil (1 adet)
- Aynı uzunlukta iletken kablolar
- Ampul (2 adet)
- Duy (2 adet)
- Elektrik bandı (1 adet)
- Çalışmayan Oyuncak (1 adet)
- Ses çıkarabilen cihaz (1 adet)
- Anahtar (1 adet)
- 30 cm uzunluğunda şerit led lamba

1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Basamaklarına Yönelik Uygulama

MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarında uygulanan öğretim sürecine aşağıda yer verilmektedir.

1.1. Tanımlama

- Öğretmen adayları, MTD’de (Mühendislik Tasarım Defteri) yer alan senaryoyu okur.

Pille çalışan oyuncak aldığımızda en çok düşündüğümüz noktalardan biri de acaba pili ne kadar sürede bitecek? Çünkü almış olduğumuz oyuncakların sürekli çalışmasını isteriz. Ancak bu mümkün değildir. Elbette pil tükenecektir. Dünya üzerinde günden güne tükenen bu pillerin sayısını ve pil atıklarının doğaya vermiş olduğu zararlar da aşıkardır. Oyuncak Dünyası Firması, çalışabilen oyuncaklarının pil ömrünü artırmak istiyor. Bu sebeple mühendislerden yardım istiyor!!! Sizlere eşit olarak göndermiş olduğu malzemeler ile pili geç tükenen bir oyuncak tasarlamanızı istiyor. Pili en geç tükenen mühendis grubu hem birinci olmuş olacak hem de Oyuncak Dünyası’nın bu gruba bir sürprizi olacak. Siz değerli mühendislerimiz bu problemi çözebilmek için nasıl bir ürün tasarladınız?

- Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu, bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacağı ve ürünün kriterleri-kısıtlamaları oluşturmaktadır.
- Her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirtmelerini ister.
- Problem durumu tam olarak anlaşıldıktan sonra öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile Oyuncak Dünyası Firması arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların Oyuncak Dünyası'na iletileceği belirtilir. Yapılan bu uygulamalar sonucunda tanımlama basamağı tamamlanır.
- Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

1.2. Öğrenme Basamağı

- Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve Oyuncak Dünyası Firması'ndan gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
Şimdiki göreviniz size gönderdiğim malzemeler ile devrelerinizi kurmanız ve pilin devre üzerindeki etkisini görmeniz. Kolaylıklar diliyorum.
Oyuncak Dünyası

- Öğretmen adayları mektubu okuduktan sonra deneyler yapmaya ve konu ile ilgili bilgileri, deneyler sonucu elde ettikleri deneyimlerle kazanırlar. Bu deneyde yapılan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.

1.2.1. Deney 1: Seri ve Paralel Bağlı Devreler

Öğretmen adaylarına deney malzemeleri verilmeden önce MTD’de yer verilen “Devreler nasıl bağlanır?” sorusu yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye not ederler. Öğretmen adaylarına MTD’ de yer verilen ikinci soru olan “Devreleri bağlanma şekillerine göre çiziniz?” sorusu yönlendirilir. Öğretmen adayları ilk soruda olduğu gibi öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye çizerler. Araştırmacılar tarafından öğretmen adaylarının çizimleri incelenir. Daha sonra öğretmen adayları MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Seri bağlamada bir pilin bağlantısı kesilirse ampul yanmaya devam eder .</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Her gruba 2 adet kalem pil, 1 adet duy, 1 adet ampul, aynı uzunlukta iletken kablolar ve elektrik bandı verilir. Öğretmen adayları elde ettiği bilgilerden deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar. Öğretmen adaylarına 1 adet kalem pil daha verilir. Öğretmen adayları kalem pili devreye bağlamadan önce MTD’ de yer alan aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Seri bağlamada pil sayısı arttıkça ampulün parlaklığı değişmez.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları pili devreye bağladıktan sonra deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Öğretmen adayları MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü okur ve doldururlar.

<i>Paralel bağlamada özdeş pil sayısı arttıkça ampulün parlaklığı artar.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

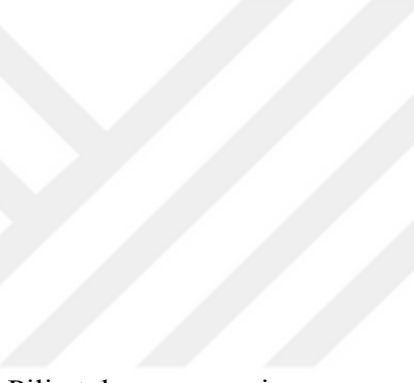
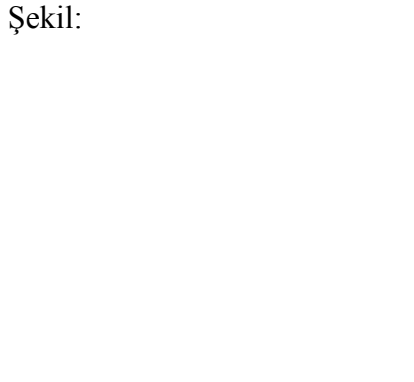
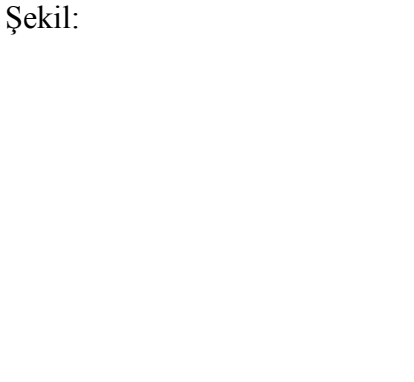
Öğretmen adayları öncelikle 2 adet kalem pili daha sonra ise 3 tane kalem pili paralel bağlayarak ampul parlaklığında meydana gelen değişikliği deney sonucu öğrendiklerim kısmına yazarlar. Öğretmen adayları MTD’ de yer alan aşağıdaki bölümü doldurur.

<i>Paralel bağlamada bir pilin bağlantısını keserek diğer piller bundan etkilenmez ve ampul yanmaya devam eder.</i>	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları paralel olarak bağlamış oldukları pillerden birinin bağlantısını keserek elde etmiş oldukları bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmına yazarlar. Öğretmen adayları MTD’ de yer alan aşağıdaki bölüm okur ve doldururlar.

<i>Özdeş pilleri seri ve paralel bağladığımızda seri bağlanan pil daha geç tükenir.</i>	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adaylarına önceden verilmiş olan toplamda 3 kalem pile ek olarak 1 adet kalem pil daha verilerek 2 adet pil seri, 2 adet pil paralel bağlayarak bağlanma şekilleri çizilir. Araştırmacılar tarafından bu malzemeler dışında öğretmen adaylarına; 6 adet kalem pil, 1 adet duy, 1 adet ampul ve iletken kablolar verilir. 3 adet kalem pil seri, 3 adet kalem pil ise paralel bağlanarak bağlanma şekilleri çizilir. Pil sayılarına göre şekilleri çizilen MTD’ de yer alan tablo aşağıda yer almaktadır.

Pil sayısı	Seri bağlama	Paralel bağlama
4	Şekil:  Pilin tükenme süresi:	Şekil:  Pilin tükenme süresi:
6	Şekil:  Pilin tükenme süresi:	Şekil:  Pilin tükenme süresi:

Öğretmen adayları grupta iş bölümü yaparak pillerin tükenme sürelerini tabloda doldurur ve deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Ayrıca öğretmen adayları aşağıda istenilen grafikleri çizerler.

Seri bağlamada; pil sayısının pilin tükenme süresi arasındaki ilişki ve pil sayısının ampul parlaklığı arasındaki ilişki



Paralel bağlamada; pil sayısının pilin tükenme süresi arasındaki ilişki ve pil sayısının ampul parlaklığı arasındaki ilişki



1.3. Planlama-Deneme Basamağı

- Oyuncak Dünyasından gelen aşağıdaki mektup okunur.

Değerli mühendislerimiz,
Bir önceki çalışmalarınızı inceledik. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık uzun ömürlü çalışan oyuncak tasarlamanız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeleri sizden istenilene göre tasarlamanızı istiyorum.. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.
Oyuncak Dünyası

- Her gruba eşit olarak gerekli malzemeler dağıtılır. Bu malzemeler; 2 adet kalem pil, 1 adet yassı pil, 1 adet anahtar, 1 adet elektrik bandı, aynı uzunlukta iletken kablolar, 1 adet çalışmayan oyuncak, 1 adet ses çıkarabilen cihaz ve 30 cm uzunluğunda şerit led lamba oluşturmaktadır. Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda bireysel tasarım fikirlerini MTD'ye not ederler.
- Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini MTD'ye not ederler ve çizimini yaparlar.

Olası çözüm önerilerim ve taslak çizimlerim

- Öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD’de belirtirler.
- Öğretmen adayları bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD’ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur.

1.4. Test Etme-Karar Verme Basamağı

- Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD’ye yazarlar.
- Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

Karar Verme Tablosu		
Kriter ve Kısıtlamalar	Çözüm 1	Çözüm 2
1.		
2.		
3.		
Toplam Puan		

- Öğretmen adayları prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler.
- Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD’de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: “*Testlerinizin*

sonuçları nelerdir?”, “Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?”.

- Öğretmen adayları ürünlerini problem durumuna uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirir. Bununla birlikte test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı Oyuncak Dünyası Firması’nın talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa, tekrar tasarlama basamağına gidilir.
- Son olarak, öğretmen adayları grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar.



Modül 3: Metalleri Çekebilen Cihaz Tasarımı

Konu: Mıknatıs

Süre : 5 ders saati

Araç-Gereçler

- Farklı uzunluklar ve farklı kesit alanlarına sahip iletken kablolar
- Anahtar (1 adet)
- Kalem pil(3 adet)
- Yassı pil (1 adet)
- Farklı boyutlarda çiviler (4 adet)
- Elektrik bandı (1 adet)
- Farklı boyutlarda mıknatıslar (6 adet)
- Farklı boyutlarda somonlar (6 adet)
- Farklı renklerde kartonlar (2 adet)
- Makas
- Metal ataç (6 adet)

1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Basamaklarına Yönelik Uygulama

MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarında uygulanan öğretim sürecine aşağıda yer verilmektedir.

1.1. Tanımlama

- Öğretmen adayları, MTD’de (Mühendislik Tasarım Defteri) yer alan senaryoyu okur.

Yıldız Metaliko’nun yardımlarınıza ihtiyacı var!!!

Mali yönden sıkıntı yaşayan Yıldız Metaliko, geri dönüşüm projesi başlatmıştır. Bu projenin amacı geri dönüşüm malzemeleri kullanarak ürünler tasarlamak ve ek kazanç sağlamaktır. Siz değerli mühendislerden istediği, toplamış olduğu malzemelerden yalnızca metalleri ayırabileceğiniz güçlü bir alet tasarlamanızdır. Toplamış olduğu malzemelerin içerisinde her boyuttan metal mevcut. Yıldız Metaliko bu malzemelerin tamamını kullanmak istediği için tamamını da çekebileceğiniz güçte bir metal çeker alet tasarlamanızı istiyor. Hepinize eşit malzeme yollamıştır. Güçlü metal çeker aleti en hızlı tasarlayan mühendis grubu, şart aramaksızın Yıldız Metaliko’nun projelerinde yer alacaktır. Siz değerli mühendislerimiz bu problemi çözebilmek için nasıl bir ürün tasarladınız?

- Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu, bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacağı ve ürünün kriterleri-kısıtlamaları oluşturmaktadır.
- Her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirtmelerini ister.
- Problem durumu tam olarak anlaşıldıktan sonra öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile Yıldız Metaliko arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların Yıldız Metaliko' ya iletileceği belirtilir. Yapılan bu uygulamalar sonucunda tanımlama basamağı tamamlanır.
- Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

1.2. Öğrenme Basamağı

Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve Yıldız Metaliko' dan gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
Ürünü tasarlamanız için gerekli olan ön bilgiler ile ilgili uygulamalar yapacaksınız. Bunun için her mühendis grubuna eşit malzemeler yolladım. Hepinize kolaylıklar diliyorum.
Yıldız Metaliko

<i>Tüm maddeler mıknatlara çekilebilir.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

<i>Büyük mıknatıslar, küçük mıknatıslardan daha güçlüdür.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları denemelerini sağlamaları için; 1 adet küçük mıknatıs, 1 adet büyük mıknatıs, 6 adet küçük metal somon, 6 adet metal ataç ve 2 adet küçük çivi verilir. Öğretmen adayları küçük mıknatıs ve büyük mıknatısa verilen malzemeleri çekerler. Elde ettikleri bilgilerden deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar.

1.2.2. Deney 2: Elektromıknatıs

Bu deneyin amacı, mıknatıs olmayan bir metali geçici olarak mıknatıs özelliğinin nasıl kazandıracağı ve elde edilen bir elektromıknatısın gücünü artırmanın nelere bağlı olduğunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Öğretmen adayları Yıldız Metaliko'dan gelen mektubu okurlar. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
Mıknatısların özelliklerini deneyerek öğrendiniz.
Ürünü oluşturmaya artık adım adım yaklaşıyorsunuz.
Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev bir
metale elektromıknatıs özelliği kazandırmak ve bu
elektromıknatısın gücünü artırmanın nelere bağlı
olduğunu araştırmak olacak. Ayrıca verilen bazı
değişkenlerin birbirleri üzerinde etkisini gösterecek
grafikler çizmenizi istiyorum. Bu sebeple her
mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım.
Şimdiden hepinize kolaylıklar diliyorum.
Yıldız Metaliko

Her gruba eşit olarak 1 adet büyük çivi, 2 adet iletken kablo, 1 adet anahtar, 2 adet kalem pil, 1 adet elektrik bandı ve 2 adet metal ataç verilir ve öğretmen adayları MTD’ de yer verilen aşağıdaki bölümü yazarlar.

<i>Mıknatıs olmayan bir metali geçici de olsa mıknatıslık özelliği kazandırabiliriz.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları deneyden sonra, deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Verilen malzemelere ek olarak öğretmen adaylarına 1 adet pil ve 2 adet metal ataç verilir ve aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

<i>Pilin gücü arttıkça elektromıknatısın çekim gücü de artar.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Öğretmen adayları öncelikle iki adet kalem pille ataç ve somonun ne kadarını çektiğine bakar ve sonrasında üç adet kalem pil ile ataç ve somonun ne kadarını çektiğini bakar ve elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Ayrıca artan pil sayısının elektromıknatısın çektiği malzeme sayısına etkisini gösteren grafiği aşağıdaki tabloya çizer.

Artan pil sayısının elektromıknatısın çektiği malzeme sayısı arasındaki ilişki


Öğretmen adaylarına 1 adet çivi, 2 adet kalem pil, 1 adet elektrik bandı ve iletken kablo verilir ve aşağıdaki bölümü doldurmaları istenir.

<i>Sarım sayısı arttıkça elektromıknatısın çekim gücü de azalır.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

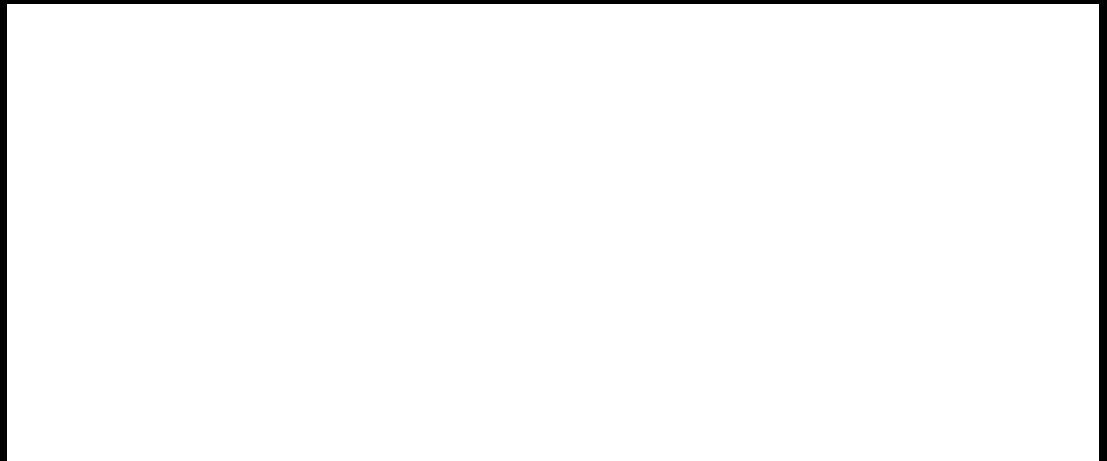
Verilen malzemeler ile öğretmen adayları iletken kabloyu çiviye 5 sarım, 10 sarım ve 15 sarım sararak elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Ayrıca sarım sayısının çekilen metal sayısına etkisini gösteren grafiği de öğretmen adayları MTD' de yer verilen tabloya çizerler. Bu tablo aşağıda yer almaktadır.

Sarım sayısı ile çekilen metal sayısı arasındaki ilişki

Öğretmen adaylarına 1 adet çivi, 2 adet kalem pil ve aynı uzunlukta (10cm) farklı kesit alanlarında (0.1cm ve 0.2 cm) iletken, 1 adet elektrik bandı ve 4 adet metal ataç her gruba eşit olarak verilir ve aşağıdaki bölümü doldurmaları istenir.

<i>İletken telin kesit alanı arttıkça elektromıknatısın çekim gücü de artar.</i>	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Öğretmen adayları, farklı kesit alanlarındaki iletken telleri deneyerek elde ettikleri sonuçları deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar. Ayrıca farklı kesit alanlarındaki tellerin, çektiği malzeme sayısına etkisini gösteren grafiği aşağıda yer verilen tabloya çizer.

Telin kalınlığı ile çekilen metal sayısı arasındaki ilişki


1.3. Planlama- Deneme Basamağı

- Yıldız Metaliko'dan gelen aşağıdaki mektup okunur.

Değerli mühendislerimiz,
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık metalleri çekebilen güçlü bir alet tasarlamanız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeler ile sizden istenilene göre en iyi tasarlamanız gerekiyor. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.

Yıldız Metaliko

- Her gruba eşit olarak gerekli malzemeler dağıtılır. Bu malzemeler; 1 adet anahtar, 1 adet kalem pil, 1 adet yassı pil, 2 adet karton, farklı uzunluk ve kesit alanlarında iletken kablo, 2 adet farklı boyutlarda çivi, 2 adet farklı renklere karton, 1 adet elektrik bandı ,1 adet makas ve 1 adet silikon tabancası oluşturmaktadır. Ayrıca öğretmen adayları oluşturmuş oldukları tasarımları demek için; 6 adet farklı boyutlarda somon ve 6 adet metal ataç öğretmen adaylarına verilmiştir.
- Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini MTD'ye not ederler ve çizimini yaparlar.

Olası çözüm önerilerim ve taslak çizimlerim

- Öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD’de belirtirler.
- Öğretmen adayları bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD’ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur.

1.4. Test Etme-Karar Verme Basamağı

- Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD’ye yazarlar.
- Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

Karar Verme Tablosu		
Kriter ve Kısıtlamalar	Çözüm 1	Çözüm 2
1.		
2.		
3.		
Toplam Puan		

- Öğretmen adayları prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler.

- Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD’de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: *“Testlerinizin sonuçları nelerdir?”*, *“Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?”*.
- Öğretmen adayları ürünlerini problem durumuna uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirir. Bununla birlikte test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı Yıldız Metaliko’nun talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa, tekrar tasarlama basamağına gidilir.
- Son olarak, öğretmen adayları grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Metalleri Çekebilen Cihaz” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar.



Modül 4: Farklı Aydınlıklarda Alan Oluşturma Tasarımı

Konu: Gölge

Süre : 5 ders saati

Araç-Gereçler

- Cam (eni 4 cm, boyu 4 cm; 1 adet)
- Streç (eni 4 cm, boyu 4 cm; 1 adet)
- Peçete (eni 4 cm, boyu 4 cm; 1 adet)
- Yağlı kâğıt (eni 4 cm, boyu 4 cm; 1 adet)
- Ayna (eni 4 cm, boyu 4 cm; 1adet)
- Karton(eni 4 cm, boyu 4 cm ; 1adet)
- Mukavva(1 adet)
- Küçük el feneri(2 adet)
- Farklı boyutlarda yuvarlak engeller (oyun hamurundan,3 adet)
- İp ve kurdele(60 cm uzunluğunda)
- Karton(1 adet)
- Farklı boyutlarda D emir çubuklar(2 adet)
- Üç ayak(1 adet)
- Bant (1 adet)

1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Basamaklarına Yönelik Uygulama

MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarında uygulanan öğretim sürecine aşağıda yer verilmektedir.

1.1. Tanımlama Basamağı

- Öğretmen adayları, MTD’de (Mühendislik Tasarım Defteri) yer alan senaryoyu okur.

Botanik Oksijen Üreticisinin yardıma ihtiyacı var!!!

Siz değerli mühendislerden bitkilerin uygun ortamlarda yetişebilmesi için sizden yardım istiyor. Botanik Oksijen Üreticisinin tüm bitki yetiştirme alanları tam güneş görmektedir. Bilindiği gibi bütün bitkiler güneş ışığına pek de duyarlı değil. Firmanın elinde yer alan iki bitki türü de buna benzer. İki çeşit bitki türünden biri hiç güneş almayan bölgede yetişiyor, diğer bitki türü ise kısmen güneşin olduğu bölgelerde yetişiyor. Sizden istediği vermiş olduğu aynı ebatlardaki bahçeye verilen malzemeler ile en fazla yarı ışık alan bölge en az hiç ışık almayan bölgeler oluşturmanızdır. Aynı zamanda bahçede de en az ışık alan bölge kalmasını istiyor. En az malzeme ile istenileni sağlayan mühendis grubumuz hem Botanik Oksijen Üreticisinde yılın mühendis grubu olacak hem de diğer bahçelerdeki uygun ışıklandırmalar işini alacaktır. Siz değerli mühendislerimiz bu problemi çözebilmek için nasıl bir ürün tasarladınız?

- Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu, bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacağı ve ürünün kriterleri-kısıtlamaları oluşturmaktadır.
- Her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirtmelerini ister.
- Problem durumu tam olarak anlaşıldıktan sonra öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile Yıldız Metaliko arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların Yıldız Metaliko'ya iletileceği belirtilir. Yapılan bu uygulamalar sonucunda tanımlama basamağı tamamlanır.
- Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

1.2. Öğrenme Basamağı

Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve Botanik Oksijen Üreticisinden gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
Ürünü tasarlamanız için ilk aşama size göndermiş olduğum malzemelerin ışığı geçirip geçirmeme durumuna göre sınıflandırmak olacak. Hepinize eşit malzemeler yolladım.. Kolaylıklar diliyorum.
Botanik Oksijen

Öğretmen adayları mektubu okuduktan sonra deneyler yapmaya ve konu ile ilgili bilgileri, deneyler sonucu elde ettikleri deneyimlerle kazanırlar. Bu deneyler ve deneylerde yapılan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.

7.4.2. Deney 1: Saydam, Yarı Saydam ve Saydam Olmayan Maddelerin Sınıflandırılması

Bu deneyin amacı; tüm maddelerin ışığı geçirmediğini dolayısıyla verilen malzemeler ile saydam, yarı saydam ve saydam olmayan maddelere göre sınıflandırıp ışığı geçirip geçirmediğine dair inceleme yapmak amaçlanmıştır. Öğretmen adayları öncelikle MTD' de yer verilen aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Işık bütün cisimlerden geçer</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Her gruba cam, streç, peçete, yağlı kağıt, ayna, karton (eni 4 cm,boyu 4 cm), mukavva ve küçük el feneri verilir. Öğretmen adayları aşağıda verilen tabloda malzemeleri sınıflandırarak özellikleri hakkında yorum yapar.

Maddeler	Özellikleri
Saydam Maddeler	
Yarı Saydam Maddeler	
Saydam Olmayan Maddeler	

Öğretmen adayları elde ettikleri bu bilgiler doğrultusunda deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar.

1.2.2. Deney 2: Gölge

Bu deneyin amacı; tam gölge, yarı gölge olaylarının ne olduğunu öğrenme ve yapılan birtakım uygulamalar ile tam gölge ve yarı gölge alanlarındaki değişimi incelemek amaçlanmıştır. Öğretmen adayları Botanik Oksijen Üreticisinden gelen mektubu okurlar. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,

Vermiş olduğum malzemeleri ışığı geçirip ve geçirmeme durumuna göre çok iyi sınıflandırdınız. Ürününüzü oluşturmaya artık adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev tam gölge ve yarı gölge alan değişimini incelemektir. Yapmış olduğunuz bu uygulamalar ürününüzü tasarlamak için size kolaylık sağlayacaktır. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Şimdiden hepinize kolaylıklar diliyorum.

Botanik Oksijen

Deneyden önce MTD’de yer verilen “*Tam gölge ve yarı gölge nedir?*” sorusu öğretmen adaylarına yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye not ederler ve sonrasında tam gölge ve yarı gölge ile ilgili sınıfta her grup görüşlerini sunar.

Engel ışık kaynağından küçük ise:

Her bir gruba aşağıda yer verilen her bir bölüm için aynı malzemeler verilir. Bu malzemeler; 1 adet mukavva (perde görevinde), 1 adet engel (ışık kaynağından küçük oyun hamurundan yapılan) ve 1 adet küçük el feneri eşit olarak verilir. Öğretmen adayları öncelikle aşağıda yer alan bölümü doldururlar.

Engel ışık kaynağından küçükse ışık kaynağı engelden uzaklaştıkça tam gölge ve yarı gölge alanı küçülür.

Doğru:

Yanlış:.....

Bildiklerim

Deney sonucu öğrendiklerim

Engel ışık kaynağından küçükse ışık kaynağı engеле yaklaştırılınca tam gölge ve yarı gölge alanı büyür.

Doğru:

Yanlış:.....

Bildiklerim

Deney sonucu öğrendiklerim

<i>Engel ışık kaynağından küçükse ışık kaynağı engelin konumu değişmeden perde uzaklaştırılırsa tam gölge ve yarı gölge alanı küçülür.</i>	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Öğretmen adayları elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar.

Engel ışık kaynağı ile aynı büyüklükte ise:

Her bir gruba malzemeler verilir. Bu malzemeler; 1 adet mukavva (perde görevinde), 1 adet engel (ışık kaynağı ile aynı büyüklükte oyun hamurundan yapılan) ve 1 adet küçük el feneridir. Öğretmen adayları öncelikle aşağıda yer alan bölümü doldururlar.

<i>Engel ışık kaynağı ile aynı büyüklükte ise tam gölgenin alanı ışık kaynağını yaklaştırırken ve uzaklaştırırken değişmez.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar ve MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü doldururlar.

<i>Engel ve ışık kaynağı aynı büyüklükte ise ışık kaynağını uzaklaştırırsak yarı gölgenin alanı büyür.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

<i>Engel ışık kaynağından büyükse ışık kaynağı engele yaklaştıkça yarı gölgenin alanı küçülür.</i> Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

1.3. Planlama- Deneme Basamağı

- Değerli mühendislerimiz,
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık istenilen kriterlerde alanlar oluşturunuz gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeler ile en iyi tasarlamanız gerekiyor. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.
- Botanik Oksijen

- 190

- Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini MTD'ye not ederler ve çizimini yaparlar.

Olası çözüm önerilerim ve taslak çizimlerim

- Öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD'de belirtirler.
- Öğretmen adayları bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD'ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur.

1.4. Test Etme-Karar Verme Basamağı

- Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD'ye yazarlar.
- Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

Karar Verme Tablosu		
Kriter ve Kısıtlamalar	Çözüm 1	Çözüm 2
1.		
2.		
3.		
Toplam Puan		

- Öğretmen adayları prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler.
- Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD’de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: “*Testlerinizin sonuçları nelerdir?*”, “*Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?*”.
- Öğretmen adayları ürünlerini problem durumuna uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirir. Bununla birlikte test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı Botanik Oksijen Üreticisinin talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa, tekrar tasarlama basamağına gidilir.
- Son olarak, öğretmen adayları grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Farklı Aydınlıklarda Alan Oluşturma” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar.

Modül 5: Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı

Konu: Aynalar

Süre : 6 ders saati

Araç-Gereçler

- Düzlem ayna (6 adet)
- Çukur ayna (2 adet)
- Tümsek ayna (2 adet)
- Demir çukur ayna (1 adet)
- Demir tümsek ayna(1 adet)
- Lazer ışık (1 adet)
- Karton koli (1 adet)
- Hamur yapıştırıcı (1 adet)
- Maket bıçağı (1 adet)
- Karton(1 adet)

1. Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Basamaklarına Yönelik Uygulama

MTS’de yer alan tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme ve karar verme basamaklarında uygulanan öğretim sürecine yer verilmektedir.

1.1. Tanımlama

- Öğretmen adayları, MTD’de (Mühendislik Tasarım Defteri) yer alan senaryoyu okur.

Ay Işığı Firması’nda bir elektrik ihalesi açılmıştır. Bilindiği üzere elektriğin tüketimi günden güne artmakta ve bununla ilgili de tasarruf elde etme yolları aranmaktadır. Ay Işığı da bununla ilgili bir proje başlatmış ve projenin ilk basamağı olan ihaleyi başlatmıştır. Bu ihalede Ay Işığı kendilerine ait bir işyerinin aydınlatılmasını istiyor. Ay Işığının bu ihaleyi açmasındaki sebep hem tasarruf elde etme yollarını bulmak hem de maddi yönden sıkıntı altına girmesinden dolayıdır. Ay Işığında toplantı odası ve firma çalışanlarının dinlenmeleri için tasarlanan bir dinlenme odası mevcuttur. Toplantı odası ile farklı aynaların kullanacağı dinlenme odasını en az masraf ile daha iyi aydınlatmak istiyor. Siz de bu ihaleye katılan bir mühendissiniz. Bunu en iyi sağlayan mühendis grubu hem Ay Işığına ait tüm işyerinin ihalesini almış olacak. Hem de yılın mühendis grubu seçilecektir. Hadi en iyi aydınlatmayı sen sağla !

- Öğretmen adayları senaryoya göre verilen sorulara yönelik öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra grup ile tartışarak ortak fikirlerini defterlerine yazarlar. Bu soruları; talep edenin kim olduğu, probleminin ne olduğu, bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacağı ve ürünün kriterleri-kısıtlamaları oluşturmaktadır.
- Her sorudan sonra araştırmacı her gruptan birkaç kişiye söz hakkı vererek fikirlerini belirtmelerini ister.
- Problem durumu tam olarak anlaşıldıktan sonra öğretmen adaylarına onlardan istenilen tasarım ile ilgili karşı tarafa sormak istedikleri soru olup olmadığı sorulur. Amaç, öğretmen adayları ile Ay Işığı arasında bir ilişki kurulmasını sağlamaktır. Sorusu olanların sorularını defterlerine yazmaları için süre verilir ve bu soruların Ay Işığı'na iletileceği belirtilir. Yapılan bu uygulamalar sonucunda tanımlama basamağı tamamlanır.
- Öğretmen adayları şimdiye kadar yaptıkları etkinliklerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarından hangileri ile bağlantılı olduğunu MTD'ye not ederler.

1.2. Öğrenme Basamağı

Öğretmen adayları tarafından tanımlama basamağında sorulan soruların yanıtları araştırmacılar tarafından bu dersin başında yanıtlanır ve Ay Işığı'ndan gelen mektup öğretmen adayları tarafından okunur. Bu mektup aşağıda yer almaktadır.

Değerli mühendislerimiz,
Ürününüzü tasarlamak için gerekli olan ön bilgileri öğrenme vakti!! Ön bilgileri öğrenmeniz için gerekli malzemeleri yolladım. Hepinize kolaylıklar diliyorum.
.Başarılar

Öğretmen adayları mektubu okuduktan sonra deneyler yapmaya ve konu ile ilgili bilgileri, deneyler sonucu elde ettikleri deneyimlerle kazanırlar. Bu deneyler ve deneylerde yapılan uygulamalar aşağıda yer almaktadır.

1.2.1. Deney 1: Düzlem Aynada Yansımada

Bu deneyin amacı, düzlem aynaya gelen ışığın izlediği yol, düzlem aynada ki görüntü ve görüş alanı ile ilgili incelemeler yapmak amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarına deney ile ilgili malzemeler verilmeden önce MTD’de yer verilen “*Kaç çeşit ayna vardır? Bu aynaların özelliklerini yazınız?*” sorusu yönlendirilir. Öğretmen adayları öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grup arkadaşları ile tartışarak grupça ortak fikirlerini MTD’ye not ederler. Daha sonra, her gruba eşit olarak 1 adet düzlem ayna ve 1 adet lazer ışık verilir. Öğretmen adayları MTD de yer alan aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

Düzlem aynaya gelen ışın geldiği açıdan farklı bir açı yaparak yansır.	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adayları elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim bölümünü tamamlar ve MTD de yer verilen aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

Düzlem aynada gelme açısı yansıma açısı ve yüzey normali aynı düzlemde değildir.	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adaylarının yüzey normalinin ne olduğunu bilmedikleri ve ulaşılması zor olduğu düşünülerek araştırmacılar tarafından yüzey normalinin ne olduğu açıklanır verilen 1 adet düzlem ayna ve 1 adet lazer ile elde ettikleri bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar ve MTD’de yer verilen aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

Düzlem aynada görüntü terstir.	
Doğru:	Yanlış:.....
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Her bir gruba eşit olarak 1 adet düzlem ayna araştırmacılar tarafından verilir ve öğretmen adayları deneyerek elde ettikleri bilgiler ile deney sonucu öğrendiklerim kısmını tamamlar ve MTD de yer verilen aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

Düzlem aynada görüş alanını bulmak için aynaların uçlarına ışın gönderilir.	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Öğretmen adaylarının düzlem aynada görüş alanının bulunmasının zor olduğu düşünülerek araştırmacılar tarafından görüş alanının nasıl bulunduğu anlatılır ve öğretmen adayları deney sonucu öğrendiklerim bölümünü de tamamlar.

1.2.2. Deney 2 : Çukur Ayna ve Tümsek Aynada Yansıma

Bu deneyin amacı, çukur aynaya farklı noktalarda gönderilen ışınların yansdıkları noktaları belirleme ve çukur ayna-tümsek aynalarda ki görüntü farklılıklarını incelemek amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarına öncelikle ulaşılması zor olan bilgiler araştırmacılar tarafından verilir. Verilen bu bilgiler; asal eksenin ne olduğu, asal ekseninde yer alan f (odak noktası), $1.5 f$, $2f$ (merkez) ve $3f$ noktalarının nerelerde olduğu öğretmen adaylarına tahtaya çizilerek anlatılır. Her gruba araştırmacılar tarafından 1 adet demir çukur ayna, 1 adet lazer ışık ve 1 adet karton verilir ve MTD de yer aşağıdaki bölümü doldurmaları beklenir.

Öğretmen adaylarına araştırmacılar tarafından verilen 1 adet demir çukur ayna , 1 adet lazer ışık ve karton ile denemelerini sağlayan öğretmen adayları elde ettikleri bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar ve MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü okur ve doldurur.

Çukur aynada 1.5 f den gelen ışın 3f den yansır.	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim
	

Öğretmen adaylarına araştırmacılar tarafından verilen 1 adet demir çukur ayna , 1 adet lazer ışık ve karton ile denemelerini sağlayan öğretmen adayları elde ettikleri bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar ve MTD’de yer alan aşağıdaki bölümü okur ve doldurur.

Tümsek ayna ve çukur aynada ki görüntüler birbirinden farklıdır.	
Doğru: Yanlış:.....	
Bildiklerim	Deney sonucu öğrendiklerim

Öğretmen adaylarına araştırmacılar tarafından her gruba eşit olarak verilen 1 adet çukur ayna ve 1 adet tümsek ayna ile denemelerini sağlayan öğretmen adayları elde ettikleri bilgileri deney sonucu öğrendiklerim kısmını da tamamlar.

1.3. Planlama- Deneme Basamağı

- Ay Işığı’ndan gelen aşağıdaki mektup okunur.

Değerli mühendislerimiz,
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık istenilen kriterlerde uygun aydınlatmalı bir tasarım yapmanız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeler ile en iyi tasarlamanız gerekiyor. Hepinize şimdiden başarılar diliyorum.
Ay Işığı

- Her gruba eşit olarak gerekli malzemeler dağıtılır. Bu malzemeleri; 6 adet aynı boyutlarda düzlem ayna, 2 adet çukur ayna ,2 adet tümsek ayna, 1 adet koli karton, 1 adet hamur yapıştırıcısı,1 adet lazer ışık ve maket bıçağı oluşturmaktadır.
- Öğretmen adayları bu malzemeler doğrultusunda olası çözüm önerilerini ve taslak çizimlerini MTD'ye not ederler ve çizimini yaparlar.

Olası çözüm önerilerim ve taslak çizimlerim


- Öğretmen adayları, grupça denemelerini yapar ve ortak bir tasarım fikri belirler. Bu tasarım fikrinin ne işe yaradığını MTD'de belirtirler.
- Öğretmen adayları bu basamağın fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri ile bağlantısını MTD'ye not ederler ve bu şekilde planlama ve deneme basamağı da tamamlanmış olur.

1.4. Test Etme-Karar Verme Basamağı

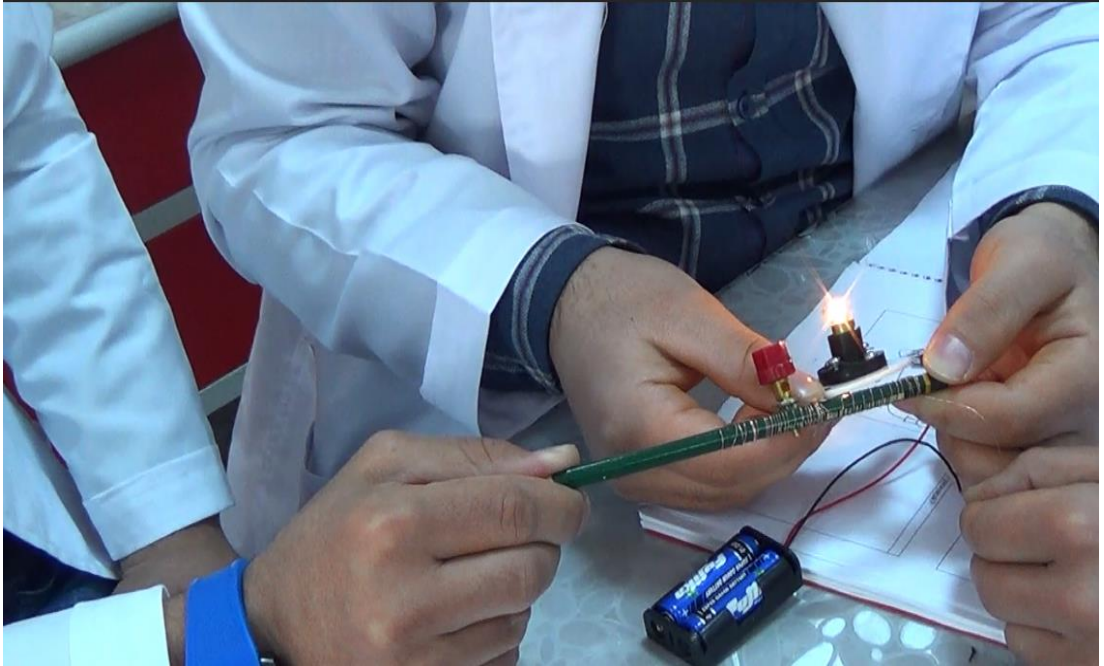
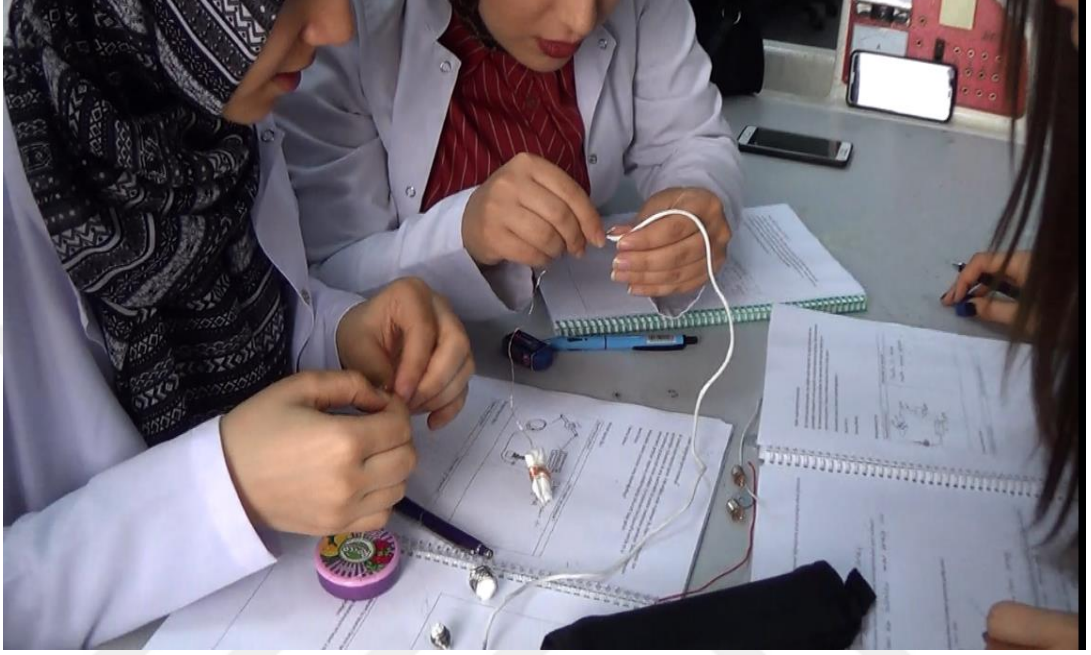
- Öğretmen adayları, tasarımlarında kullanmış oldukları malzemelerin özelliklerini, tasarımdaki işlevini, tercih edilme nedenlerini ve alternatiflerini MTD'ye yazarlar.
- Bireysel olarak hazırlanan çözüm önerilerini karar verme tablosuna göre değerlendirirler. Kriter ve kısıtlamalar göz önünde bulundurularak en uygun çözüm önerisi ortak kararla belirlenir.

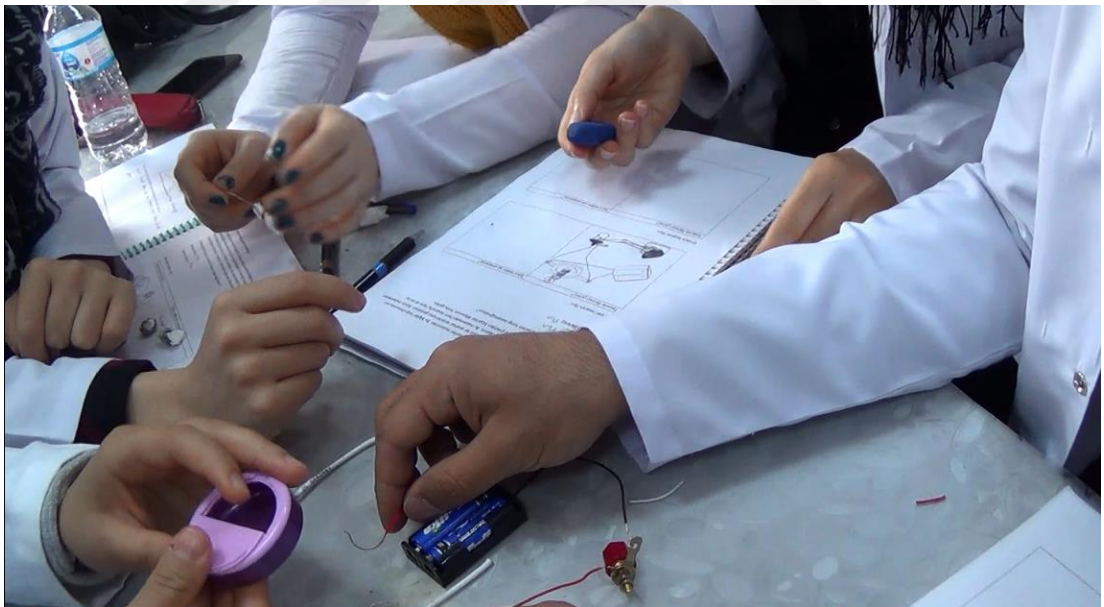
Karar Verme Tablosu		
Kriter ve Kısıtlamalar	Çözüm 1	Çözüm 2
1.		
2.		
3.		
Toplam Puan		

- Öğretmen adayları prototip için karar verdikleri çözüm önerisini çizerler ve test ederler.
- Öğretmen adayları, oluşturdukları üründen elde ettikleri sonuçları MTD'de yer verilen kısma not ederler. Bu kısımda yer alan sorular şunlardır: *“Testlerinizin sonuçları nelerdir?”*, *“Testlerinizin sonucuna dayanarak çözümünüzü geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapabilirsiniz?”*.
- Öğretmen adayları ürünlerini problem durumuna uygun olarak tasarımlarını gerçekleştirir. Bununla birlikte test etme ve karar verme basamakları da tamamlanır. Öğretmen adayları tasarımı Ay Işığı'nın talep ettiğine göre dizayn etmemiş olursa, tekrar tasarlama basamağına gidilir.
- Son olarak, öğretmen adayları grup arkadaşları ile birlikte geliştirdikleri “Aynalarla Aydınlatmalı Oda” tasarımına ait poster hazırlayarak sınıfa sunarlar.

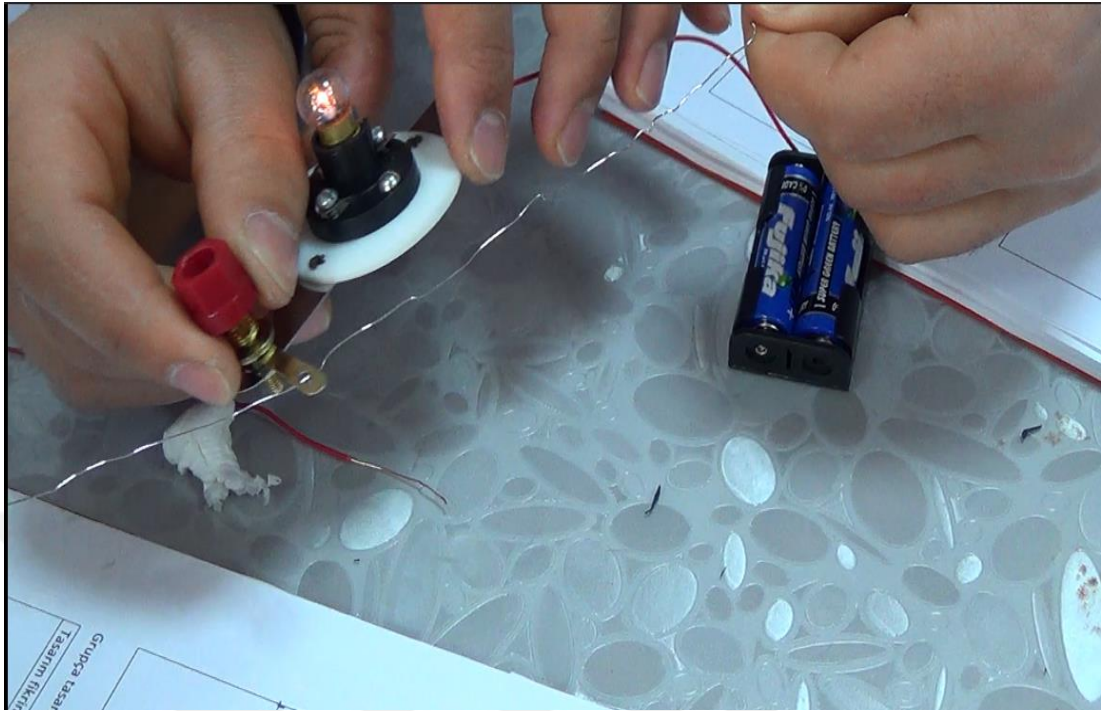
EK 7: Deney Grubunun Grupça Tasarımları

1. Ayarlanabilir Anahtar Tasarımına Yönelik Grupların Tasarımları:

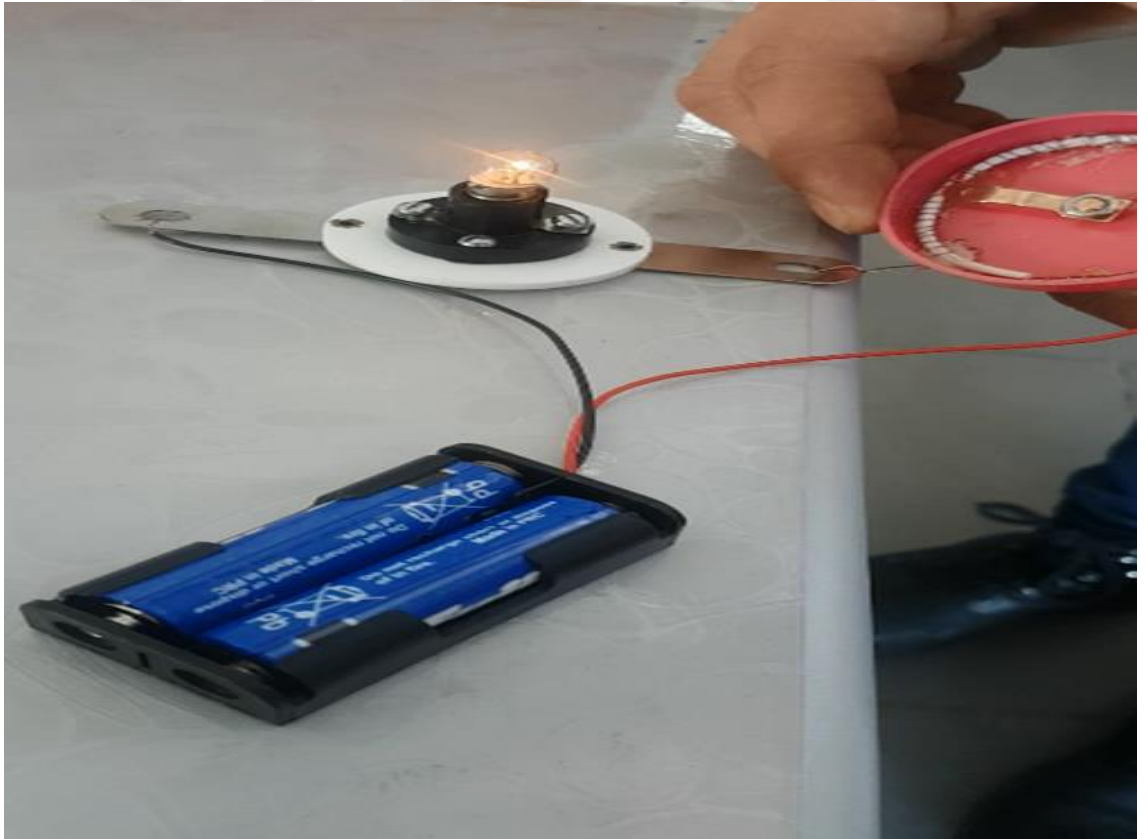
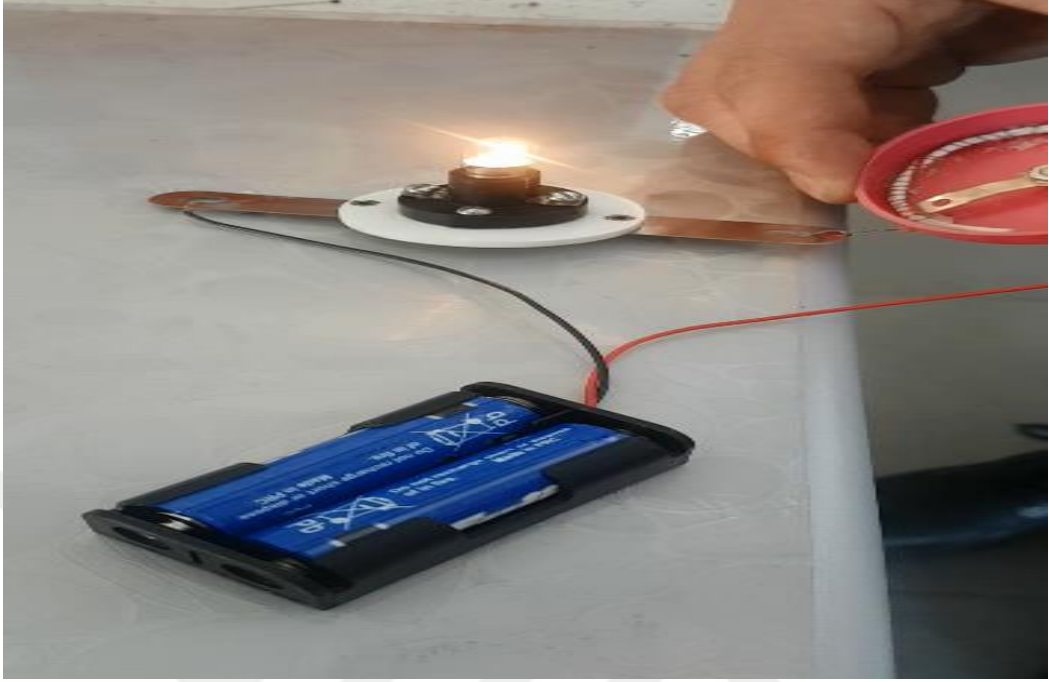


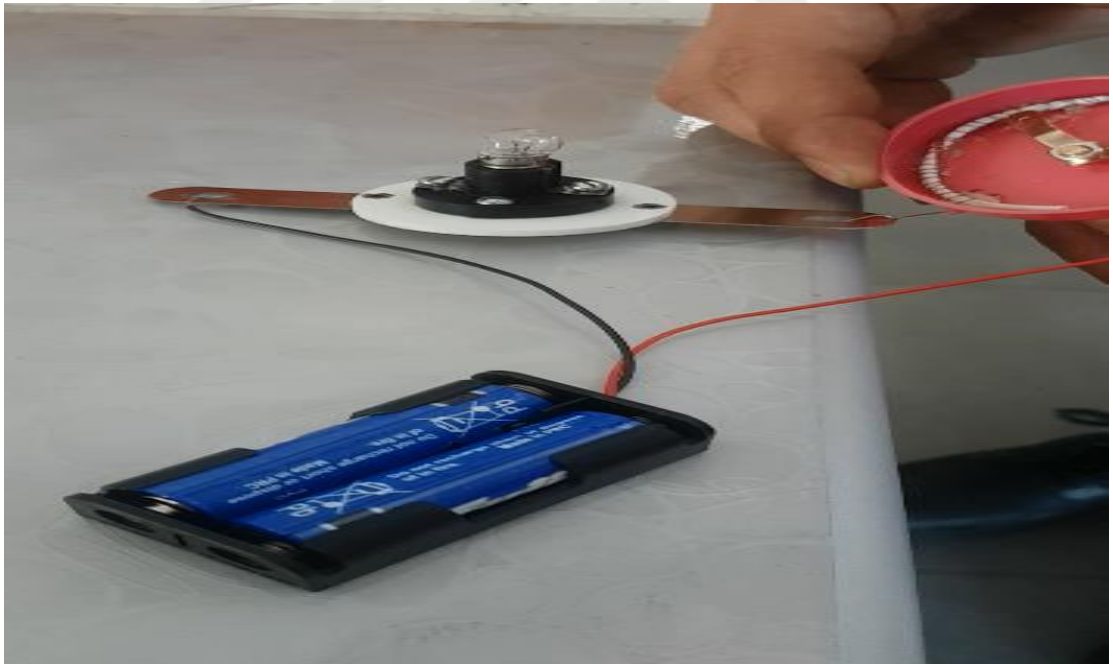
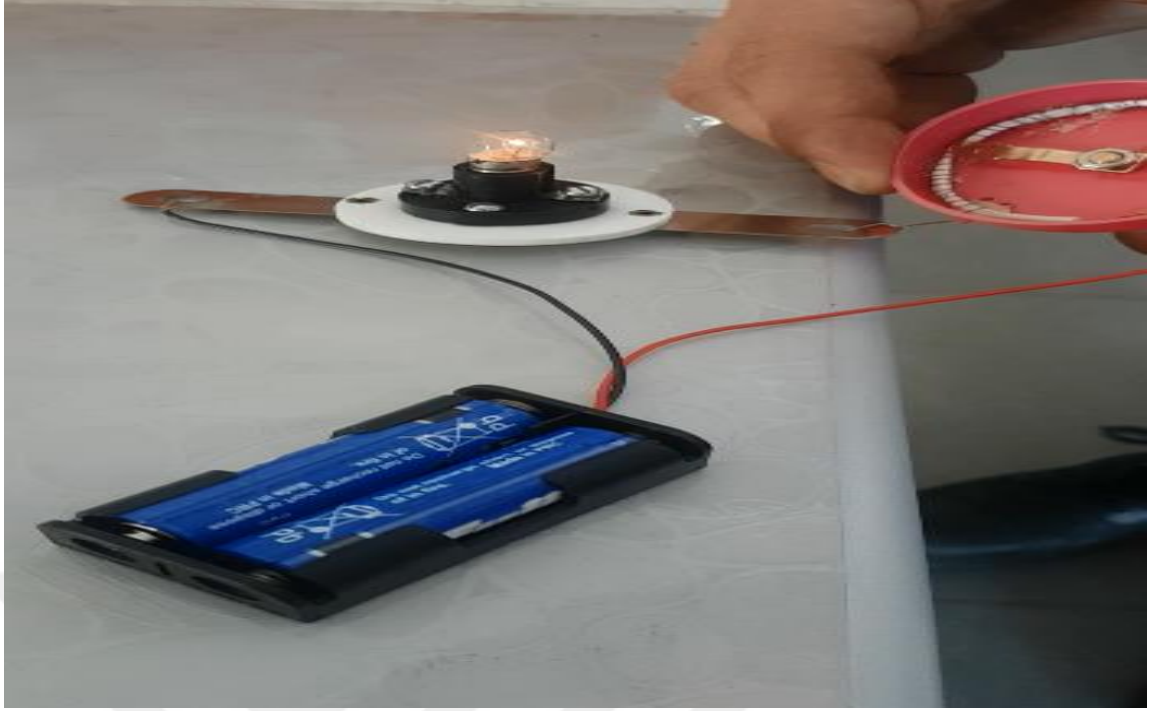






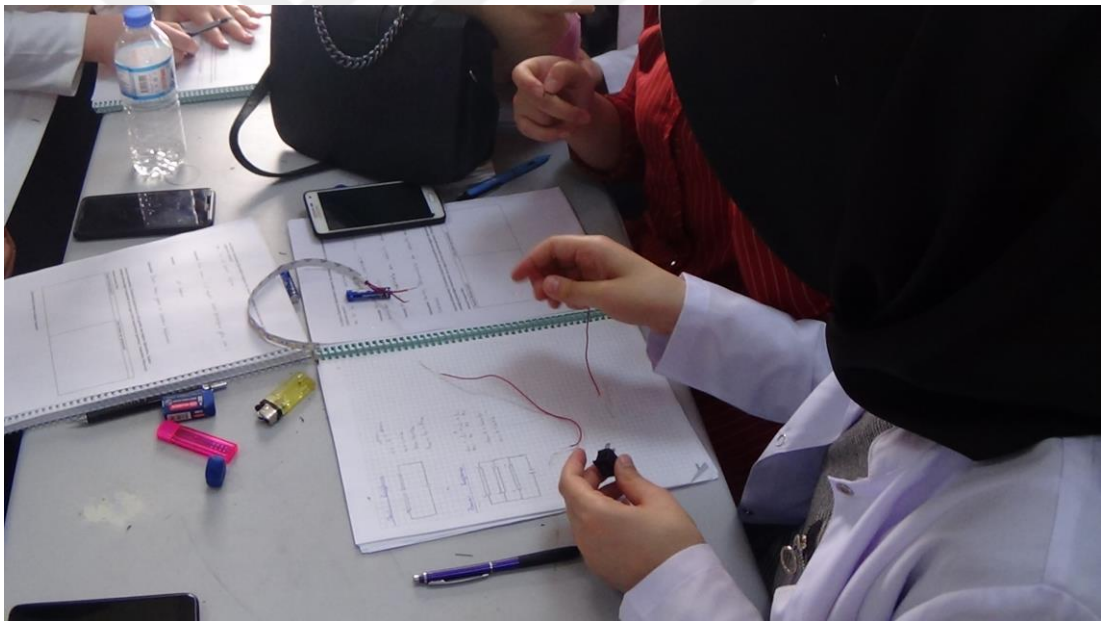
Bir gruba ait ayarlanabilir anahtar tasarımının farklı noktalardaki parlaklıkları

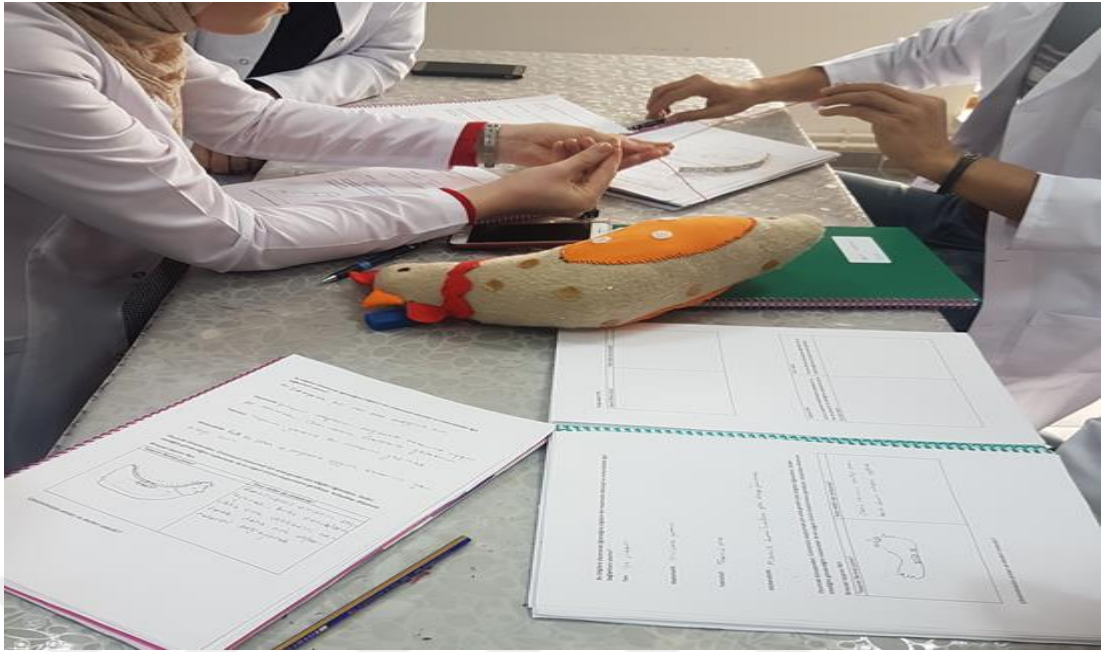


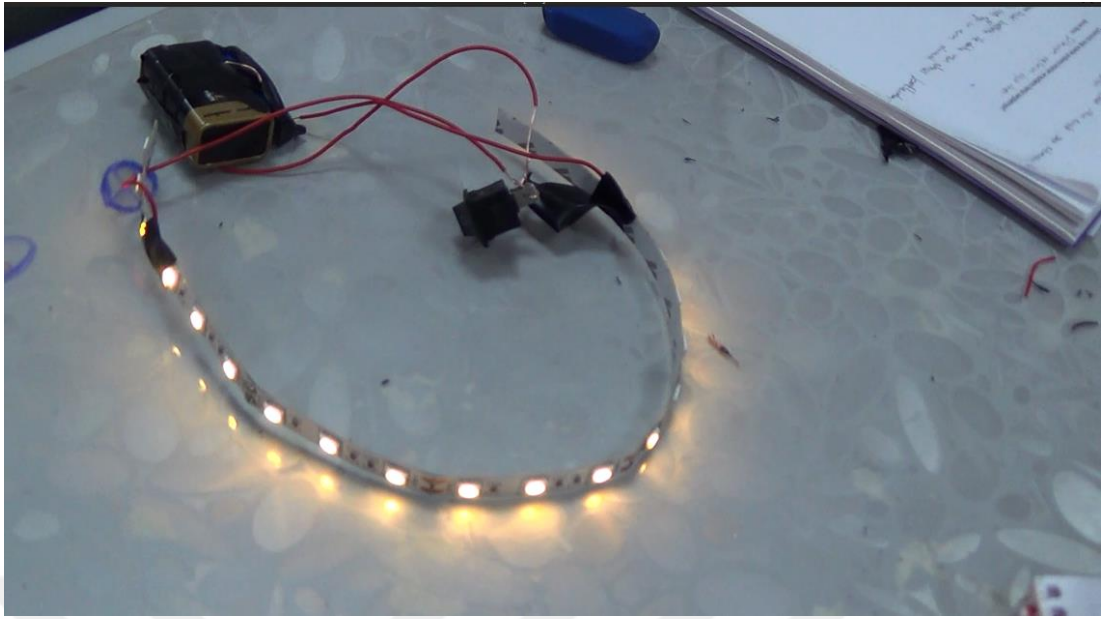


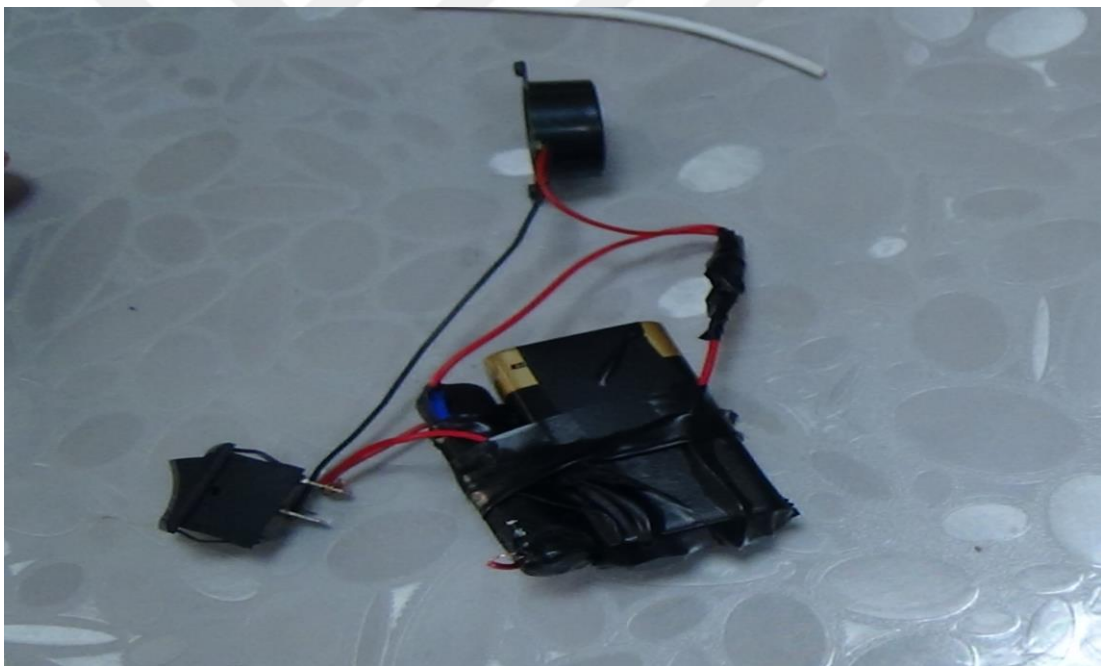
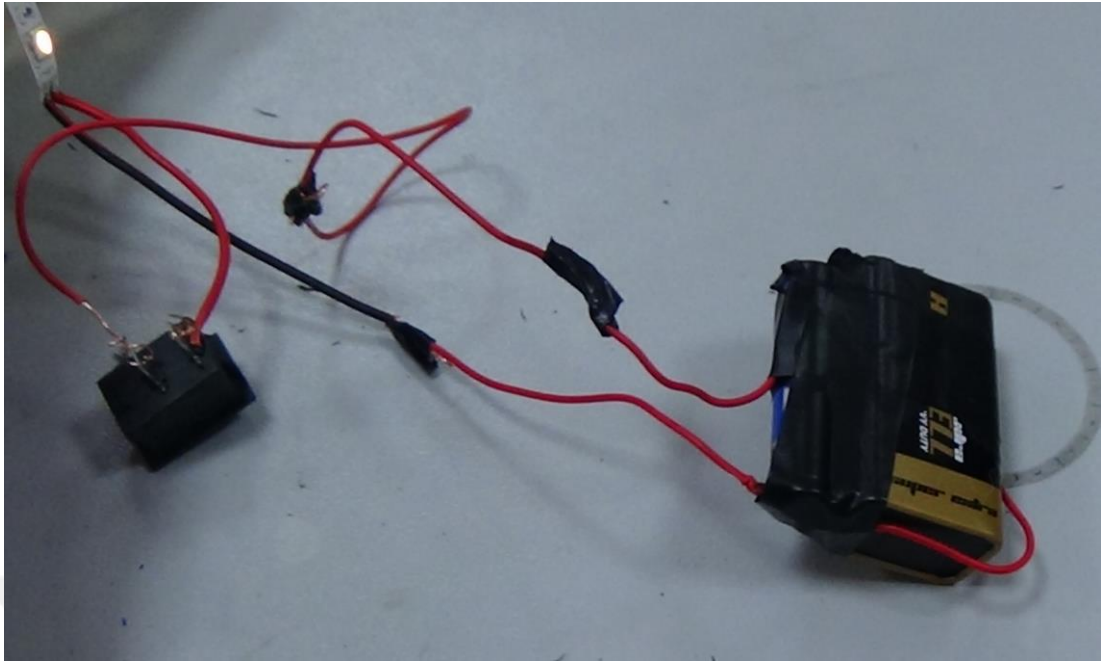
2.Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek Tasarımına Yönelik Grupların Tasarımları:









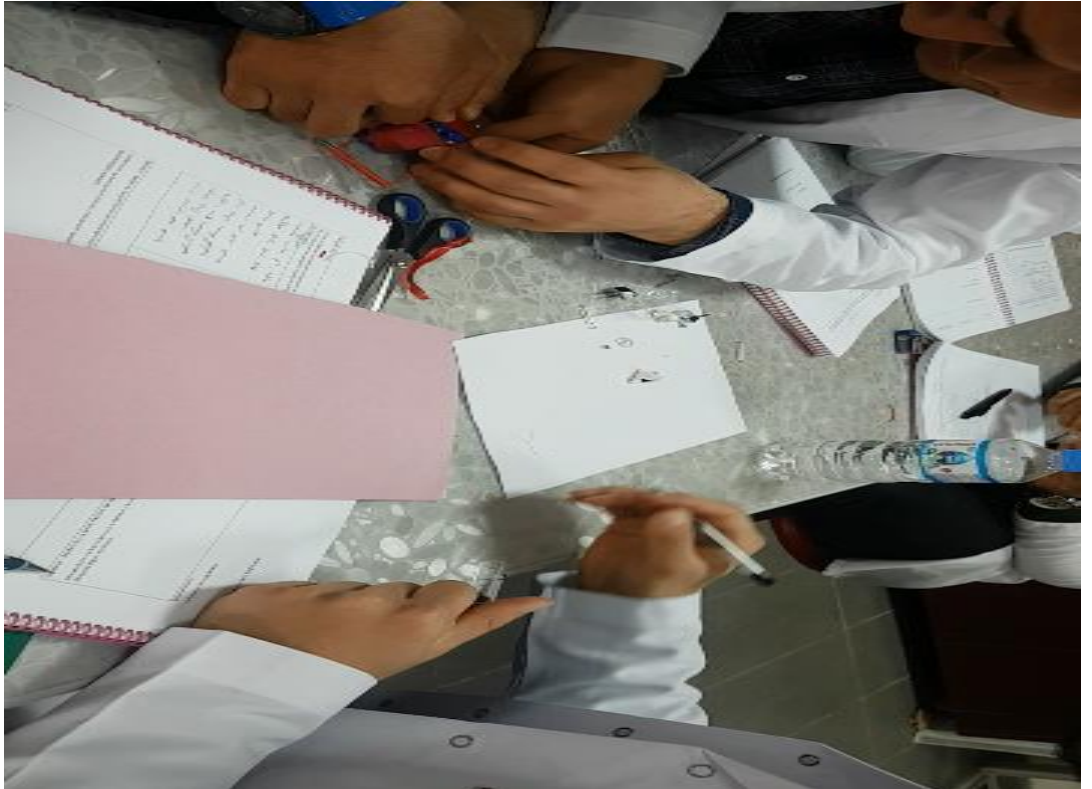


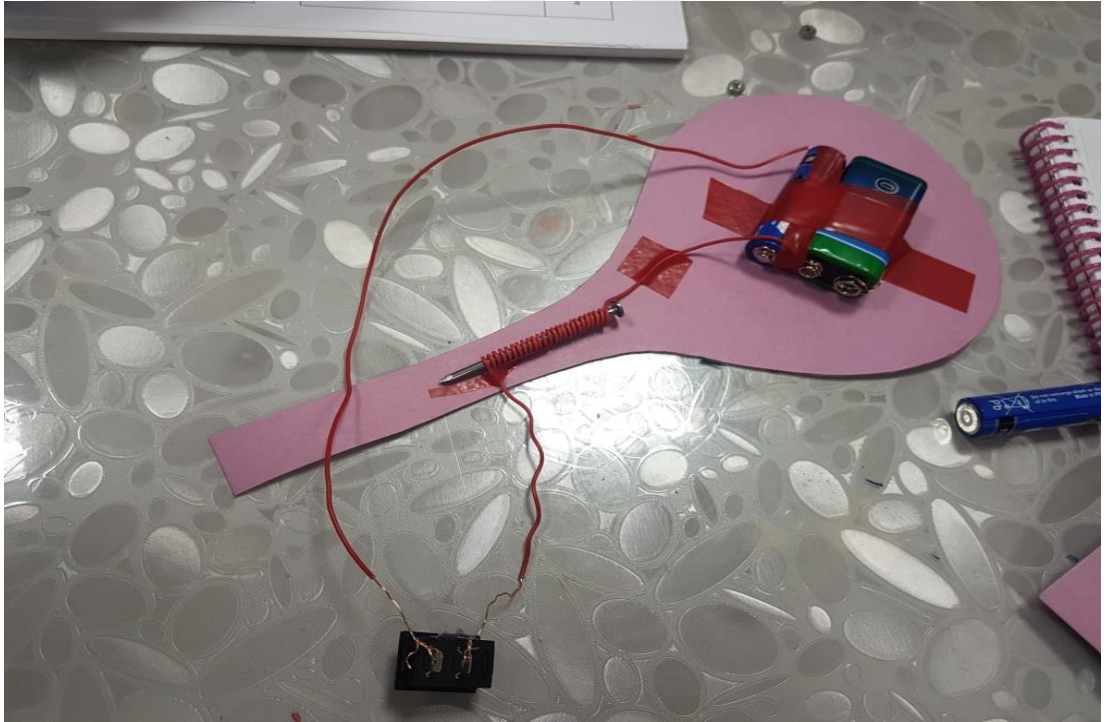
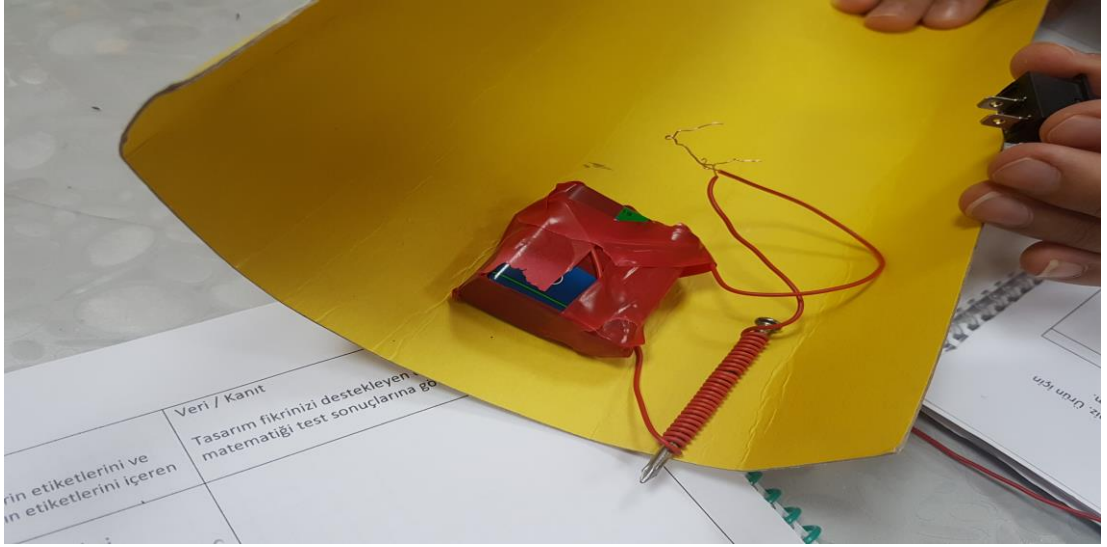


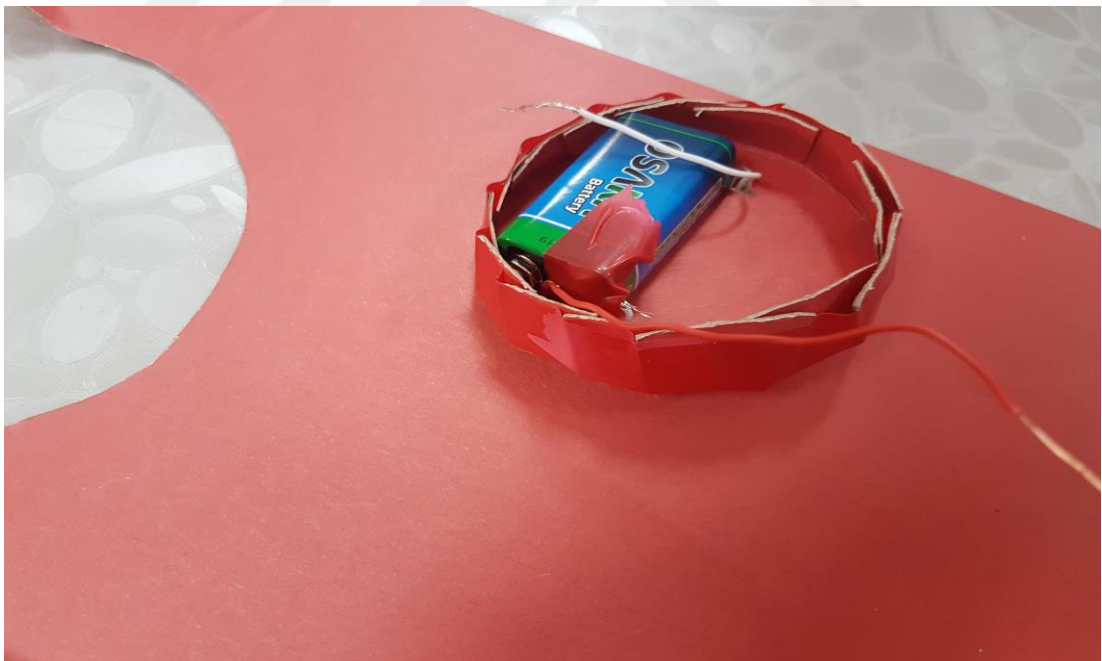
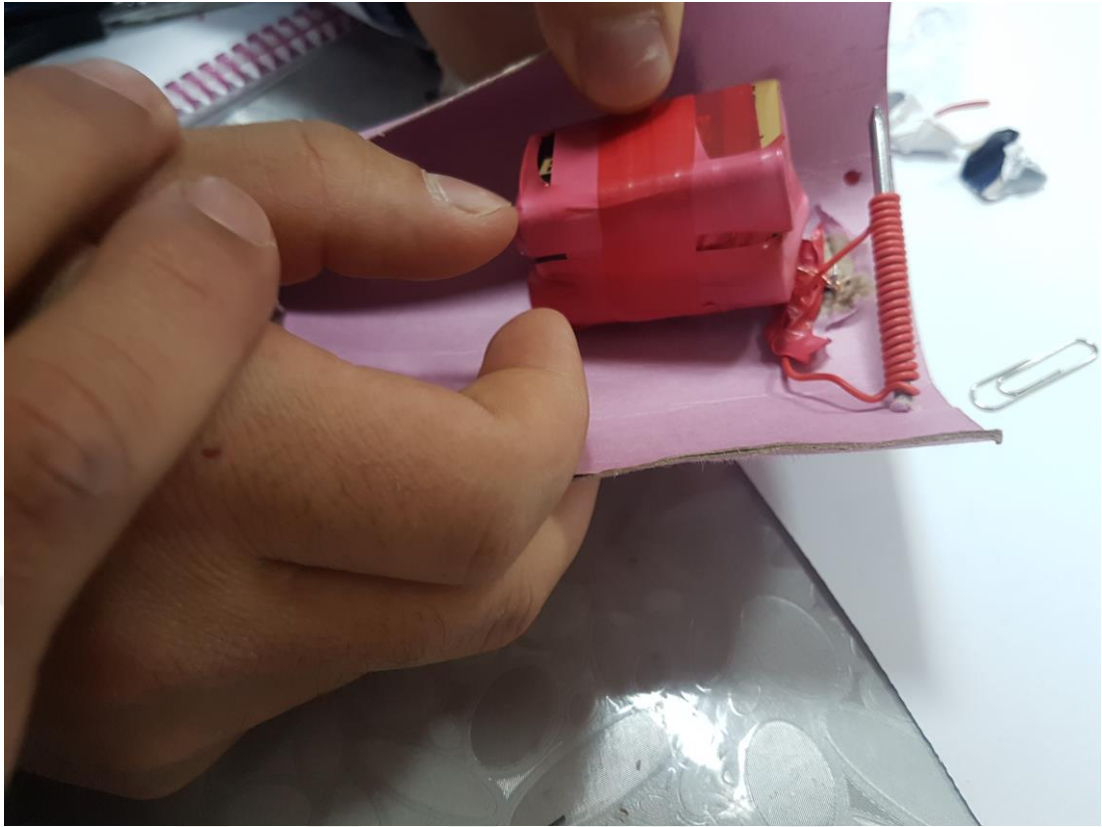


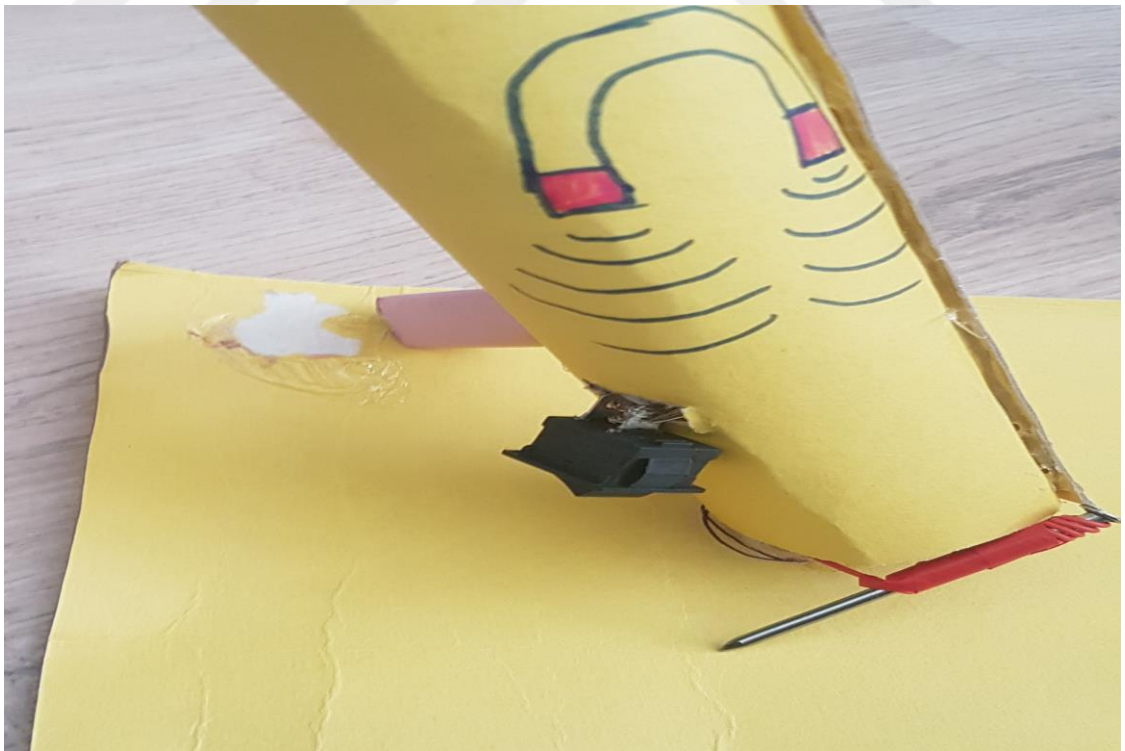
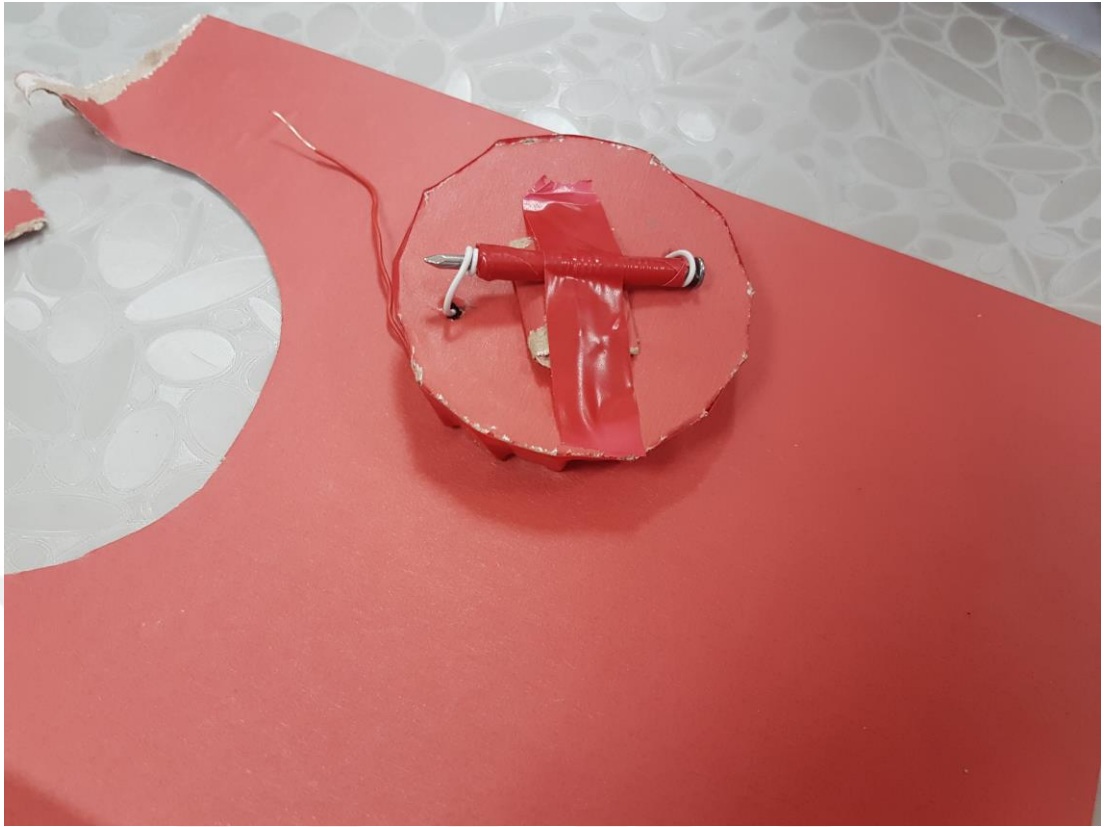
3. Metalleri Çekebilen Cihaz Tasarımı Yönelik Grupların Tasarımları:

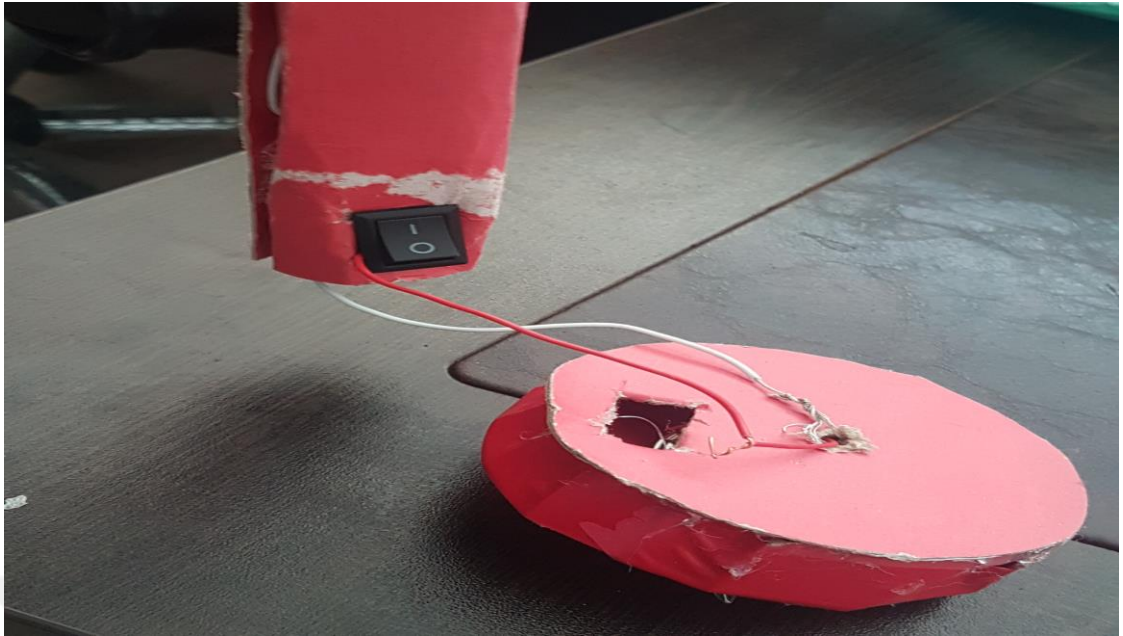




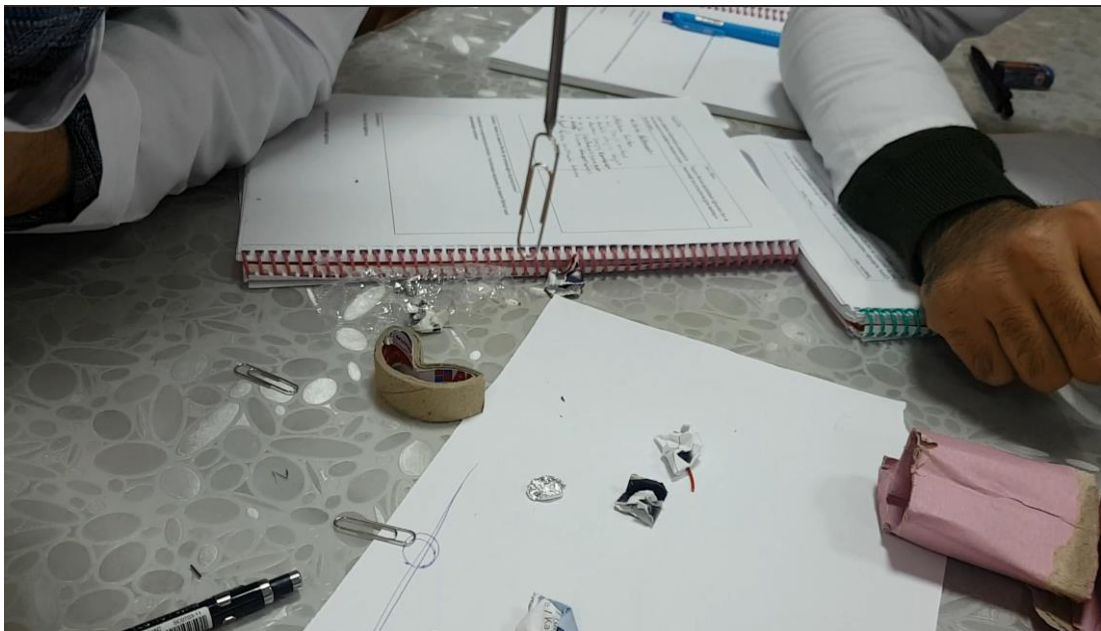






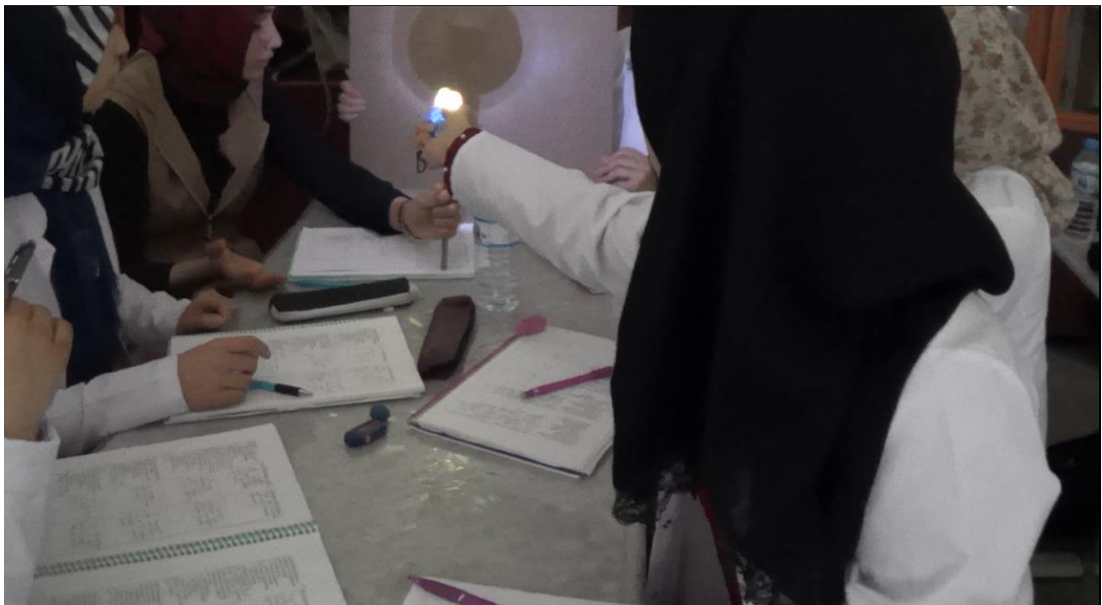




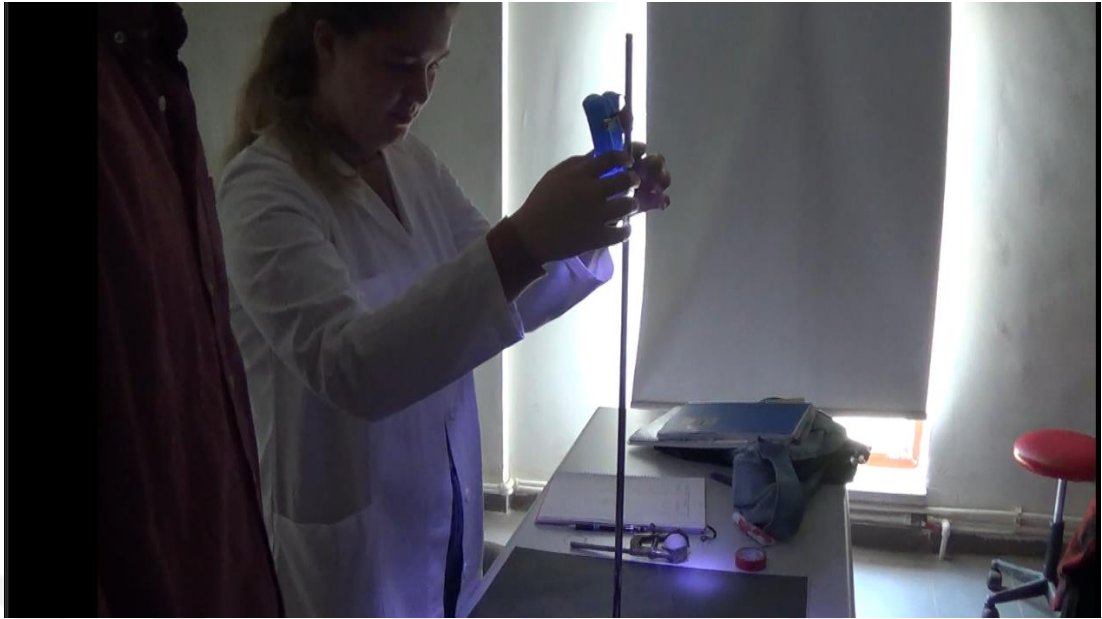




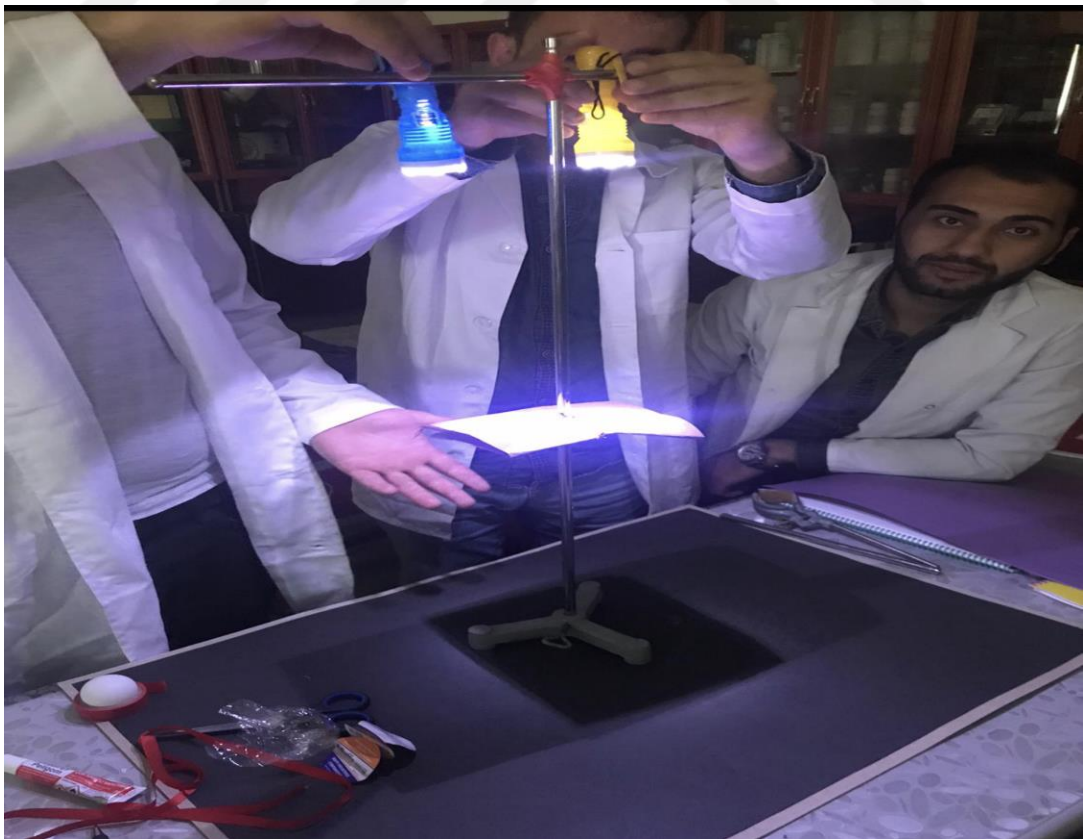
4.Farklı Aydınlıklarda Alan Oluşturma Tasarımı Yönelik Grupların Tasarımları:

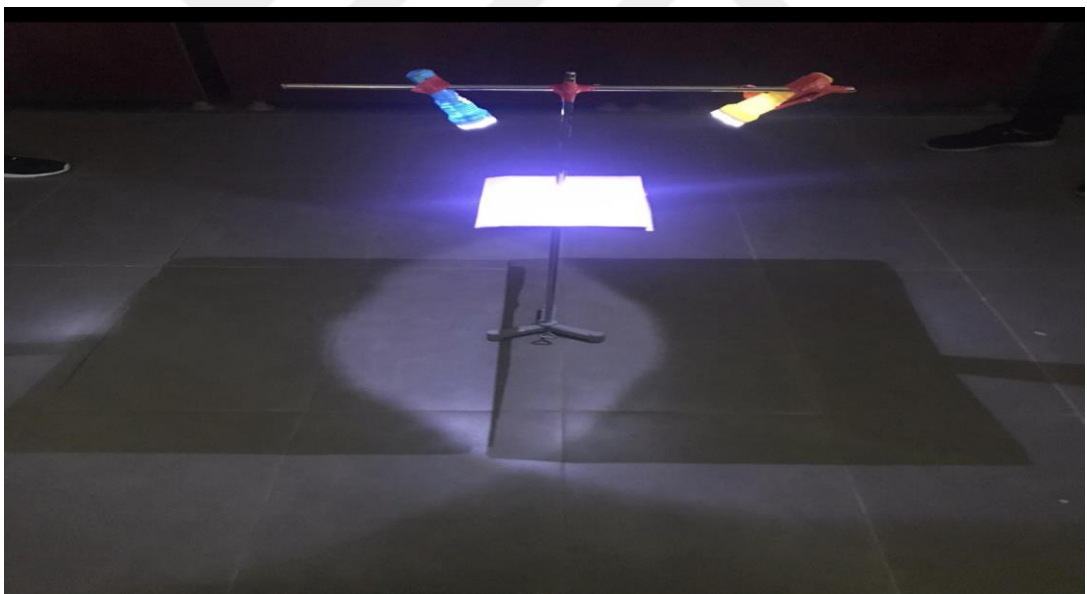
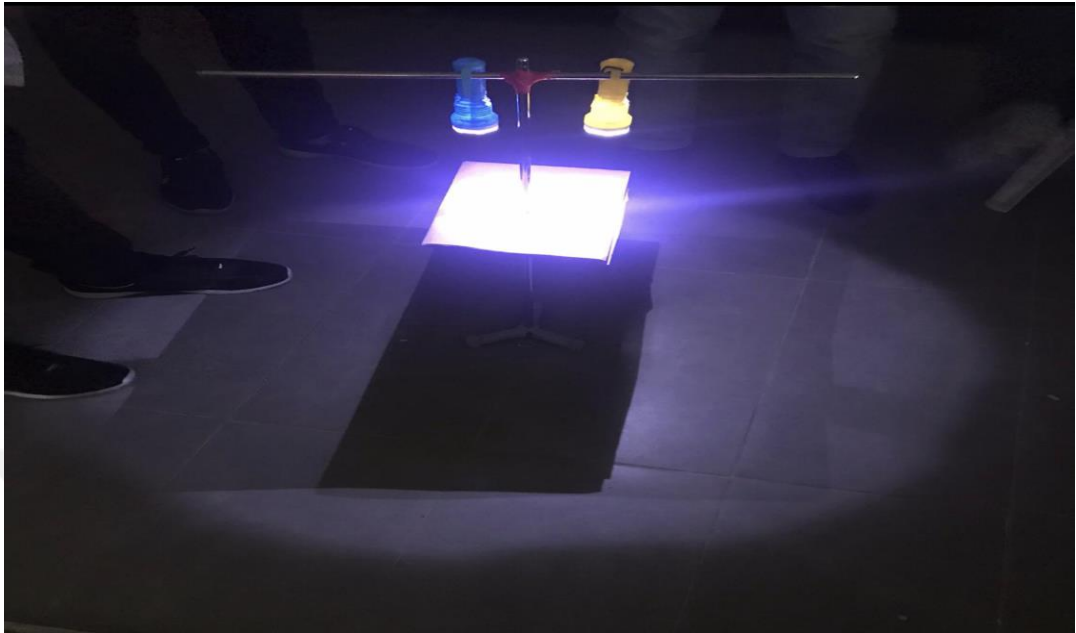


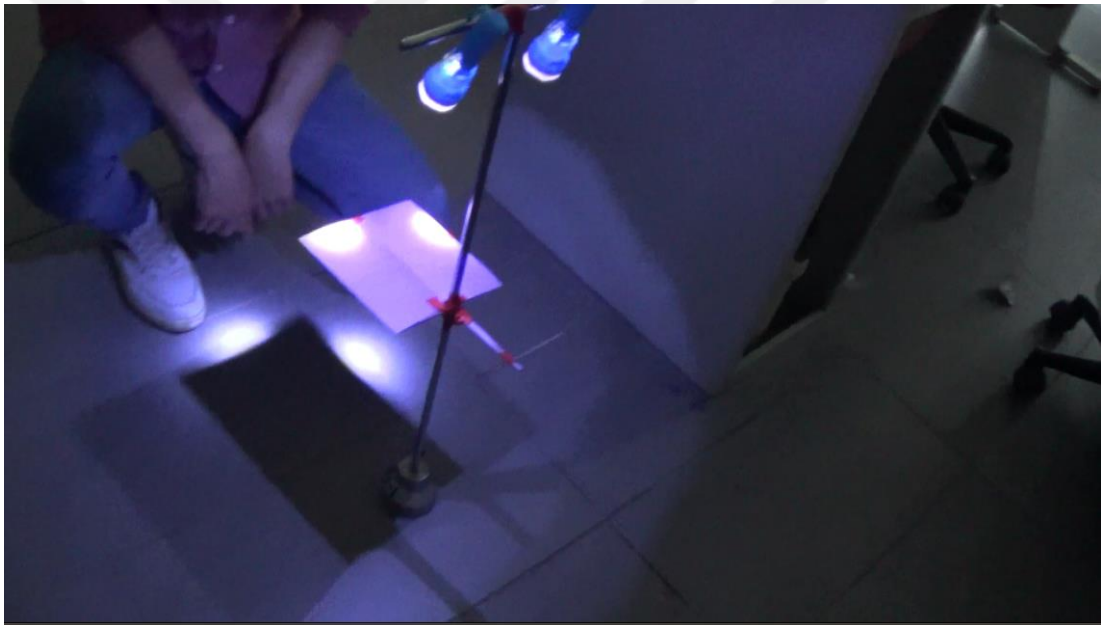












5. Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımına Yönelik Grupların Tasarımları



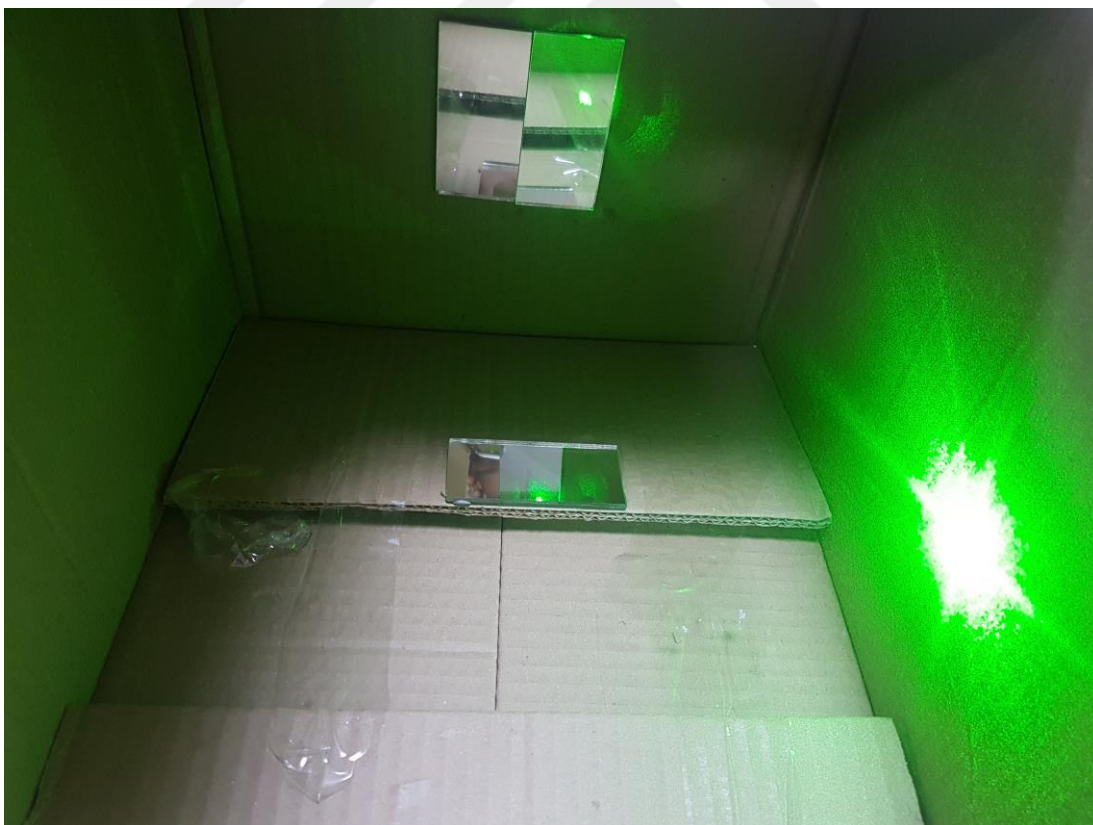
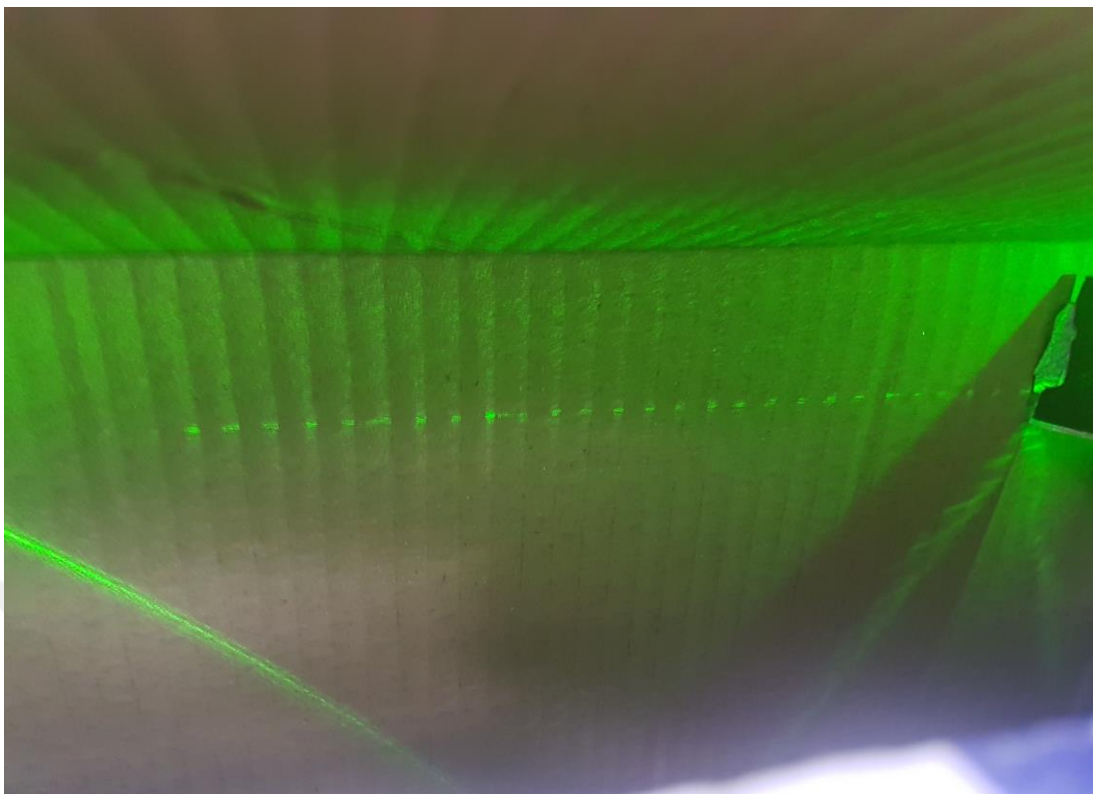


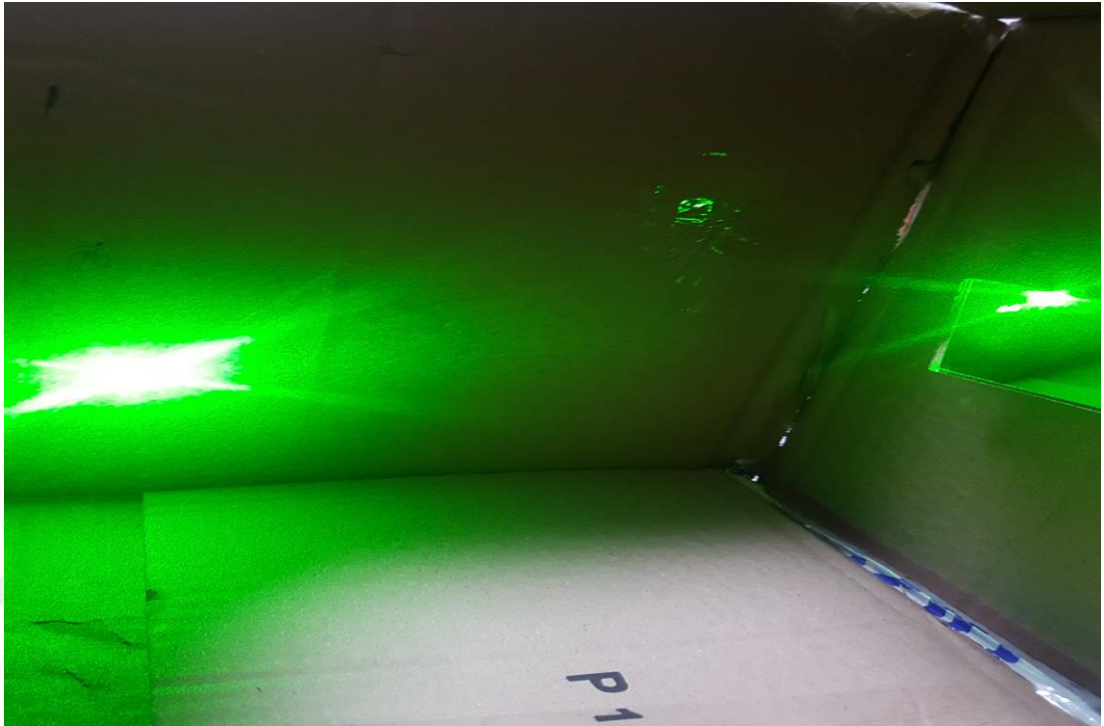














EK 8 Deney Grubunun Grupça Posterleri

1.Ayarlanabilir Anahtar Tasarımına Yönelik Grupların Posterleri:

DENEYİN AMACI
Ayarlanabilir bir anahtar tasarlamak ve bu anahtarla tasarruf elde etmek.

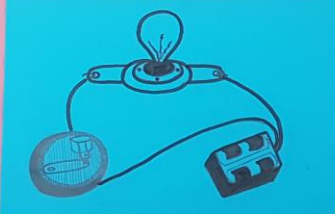
DENEYİN SONUÇLARI

- İnce krom nikel tel ile daha fazla tasarruf sağlandı.
- Ayarlanabilir anahtar ile ampul parlaklığı değiştirildi.
- Krom nikel telin yalıtkan kabloya sarılması ile direnç elde edildi.
- Düşük amperli ampul ile daha fazla tasarruf sağlandı.

Grubun Adı: Grup Molekül
Grup Üyeleri

- Gülbahar KEVE
- Sedef KOÇ
- Ayşegül Şilan ÇİFTÇİ
- Evrim SÖNMEZ
- Büşra GÜNEŞ
- Melek ATAŞ

AKILLI IŞIĞIM



DENEYİN ADI
Ayarlanabilir Ampul Tasarlama

MALZEMELER

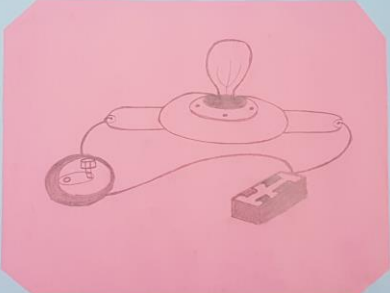
- Ayarlanabilir Anahtar
- Duy Yatağı
- İletken Kablo
- Plastik Kutu
- Ampul
- Yalıtkan Kablo
- Krom Nikel Tel
- Pil

NELER YAPTIK?
Krom nikel teli yalıtkan kabloya sıkı bir şekilde sardık. Kabloya sardığımız bu teli plastik kutunun içine yerleştirdik. Ayarlanabilir anahtarın çevrilen kısmını dışarıda bırakacak şekilde plastik kutudan geçirdik. İletken kablolarla pilleri, duy yatağını ve hazırladığımız düzeneği birbirine bağladık. Tüm bu yaptığımız işlemlerle direnç sağlamaya çalıştık. Ayarlanabilir anahtarı çevirdikçe direncin artıp azalmasına bağlı olarak ampulün parlaklığını artırıp azalttık.

DENEYİN SONUÇLARI

- Ayarlanabilir anahtar ile parlaklık ayarlandı.
- Krom nikel telin direnç güleminde daha uygun olduğu görüldü.
- Enerji tasarrufu sağlandı.
- Yalıtkan kablo sayesinde direnç elde edildi.

KARANLIKTAN AYDINLIĞA



DENEYİN ADI
•Ayarlanabilir ampul tasarımı

NELER YAPTIK

- İlk önce direnç ölçmek için uygun teli deneyerek bulduk.Krom nikel telidaha sonra krom nikel teli yalıtkan kabloya sarıp bize verilen yuvarlak plastik malzemenin içine yerleştirdik daha sonra anahtar bağladık ve döndürme hareketiyle ampul parlaklığındaki değişikliği gözlemledik

DENEYİN AMACI

- Ayarlanabilir bir ampul tasarlamak ve aynı zamanda paralel bağlama yoluyla enerji tasarrufunu sağlamak.

MALZEMELER

- Ayarlanabilir anahtar
- Duy yatağı
- İletken kablo
- Plastik kutu
- Ampul
- Yalıtkan kablo
- Krom nikel tel
- Pil

GRUBUN ADI:ATOM

GRUP ÜYELERİ:

- Yusuf Bakır
- Aydin Kulac
- Harun Kaya
- Mehmet Garip Durmuş
- Abdullah Hüsnü Yangıllı
- Ferit Kaya

GELECEĞE UZANAN IŞIK

DENEYİN AMACI
Tasarıf sağılayıcı ampuller tasarlayarak toplama yarı sağılamak.

DENEYİN SONUÇLARI
İyük amperli ampul ile tasarıf sağılandı, evre içine kurduğumuz basit reostayla ampul ertaklığı ayarlandı, çe krom tel ile daha iyi tasarıf sağılandı.

Grup adı: beyin göçüğü
Grup üyeleri:
➤ Didare YILDIRIM
➤ Zehra GÜLTEKİN
➤ Zeynep İLİM
➤ Nedret ÇETİNKAYA
➤ Ertan POLAT
➤ Ferda ALTUNDAG

DENEYİN ADI
Ayarlanabilir ampul tasarımı

MALZEMELER
☐ Ampul
☐ Yalıtıcı kablo
☐ Yalıtıcı plastik kutu
☐ Pili
☐ Krom nikel tel
☐ Duy yatağı
☐ Ayarlanabilir anahtar
☐ Duy yatağı
☐ İletken kablo

NELER YAPTIK?
Öncelikle bize verilen kutunun kapağını çıkartıp ortasına yuvarlak bir delik açıp ayarlanabilir anahtarı hazneye yerleştirdik daha sonra krom nikel teli yalıtıcı kabloya soktuk ve birinin üstüne gelmeyecek şekilde döndürdük ve ayarlanabilir anahtarın alt haznesine yerleştirdik. Bu işlemi sonra ampulu duy yatağına yerleştirerek pile ve ayarlanabilir anahtara iletken teli bağladık. Devremiz tamamlandı ayarlanabilir anahtarı döndürerek direnci oluşturduk ve buna bağlı olarak ampul parlaklığını ayarlayabildik.

AYARLANABİLİR AMPUL TASARIMI

DENEYİN SONUÇLARI:
1) Devre tamamlandı ampulün yandığını gördük.
2) Reostayı hareket ettirerek ampulün ışık şiddetinin artıp azaldığını sağıladık.
3) Son olarak ETADER Başkanı'nın bizden istediği ayarlanabilir ampulü tasarladık.

5. GRUP
1) SÜMEYYA TEKİN
2) GÜLŞAH BELEN
3) EBRU AKTÜRK
4) ADEM KOÇ
5) ÖZNER OĞUZ
6) MERVE TURAN

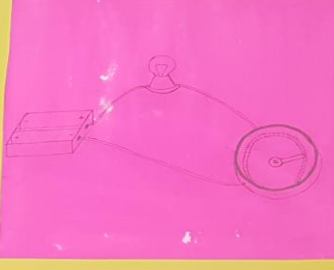
MALZEMELER:
1) Krom-nikel tel
2) Ampul
3) Duy
4) Pili
5) Kablo
6) Rocco kutusu

NASIL YAPTIK?
1) Grupça malzemeleri nasıl birleştireceğimizi düşündük.
2) Öncelikle ampulü duya yerleştirdik.
3) İki bakır kabloyu duyun iki tarafına bağladık.
4) Krom-nikel teli ışığın parlaklığını ayarlayabilmek için yalıtıcı kabloya sarmal şekilde sardık.
5) Rocco kutusunu reosta olarak kullandık.
6) Krom-nikel tel sardığımız kabloyu reostanın içini saracak şekilde yerleştirdik.
7) Duya bağlı iki kablodan birinin ucunu reostaya bağlarken, diğer ucunu anahtara bağladık.
8) Anahtarı pillere bağladık.
9) Son olarak reostayı ve pilleri birbirine bağladık.
10) Reostayı kabloya değecek şekilde döndürerek ampulün parlaklığını test ettik.

AYARLANABİLİR AMPUL TASARLAMA

DENEYİN SONUÇLARI:

- ⇒ Devreyi verilen malzemelerle kurduk.
- ⇒ İnce krom nikel teli kullandığımızda direncin fazla olduğunu ve bu tasarım için uygun seçim olmadığını gözlemledik.
- ⇒ Kalın krom nikel teli kullandığımızda gerekli şartları sağladığını ve tasarıma uygun olduğunu gördük. Dolayısıyla bu şekilde amacımıza ulaşmış olduk.



GEREKLİ MALZEMELER:

- ⇒ Plastik kutu (1 Adet)
- ⇒ Kalın krom nikel tel (Yeterli miktarda)
- ⇒ Pili yatağı (1 Adet)
- ⇒ Kalem pili (2 Adet)
- ⇒ Ampul (1.5 V'luk)
- ⇒ Duy (1 Adet)
- ⇒ Anahtar (1 Adet)

3. GRUP

- 1- NURCAN KRAL
- 2- ADEM KARAKAL
- 3- NECLA BİLİCİ
- 4- LEYLA ASLAN
- 5- FADİL KORKMAZ
- 6- İBRAHİM YUSUF HOCAOĞLU

NASIL YAPTIK ?

- ⇒ Bize verilen malzemeleri inceleyerek amacımıza nasıl ulaşacağımızı tartıştık.
- ⇒ Bize verilen malzemelerden ince nikel-krom teli kullandığımızda amacımıza ulaşmak için uygun olmadığını gördük.
- ⇒ Daha sonra kalın nikel-krom teli kullandığımızda bu telin amacımıza uygun olduğunu gördük.
- ⇒ Bu şekilde devreyi istediğimiz direnç seviyesine getirip ampulün parlaklığını değiştirerek amacımıza ulaşmış olduk.

DENEYİN AMACI:

- ⇒ Ayarlanabilir anahtar sayesinde enerji kullanımında tasarruf elde etmek.
- ⇒ Doğaya verilen zararı en aza indirmek.
- ⇒ Aile bütçesine katkıda bulunmak.

2.Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek Tasarımına Yönelik Grupların Posterleri:

UZUN ÖMÜRLÜ OYUNCAK TASARIMI

DENEYİN SONUÇLARI:

- 1) Normal kalem pilin voltajının led için yeterli olmadığını gördük.
- 2) Kalem pili ek olarak yassı pili paralel bağlayarak led'in yanmasını sağladık.
- 3) Böylece ETADER'ın bizden istediği uzun ömürlü oyuncak tasarladık.



MALZEMELER:

- 1) 3 adet oyuncak baskısı
- 2) 3 adet kalem pili
- 3) 2 adet yassı pili
- 4) Led ışık
- 5) Anahtar
- 6) Kablo
- 7) Rant

5. GRUP

- 1) SUMEYYA TEKİN
- 2) GÜLŞAH BELEN
- 3) EBRU AKTÜRK
- 4) ADEM KOÇ
- 5) ÖZNUR OĞUZ
- 6) MERVE TURAN

NASIL YAPTIK ?

- 1) Öncelikle bize verilen malzemeleri devreyi nasıl tasarlayacağımızı düşünce tartıştık.
- 2) Led ışığı ledli kablolarla birini anahtara bağladık.
- 3) 3 kalem pili paralel bağlayarak led ışığı diğer kablolarla birine bağladık.
- 4) Pili ve anahtar birine bağladık.
- 5) Kalem pillerin voltajı düşük olduğu için led ışığı yakmaya gücü yetmedi.
- 6) 3 kalem pili yerine bir kalem pili ve bir yassı pili paralel bağladık.
- 7) Ledimin yandığını gördük.
- 8) Yanan ledi oyuncak baskıya alına yapıştırdık.
- 9) Baskıya yan tarafından keserek (anahtar dışında kalacak şekilde) devremizin içine yerleştirdik.

DENEYİN AMACI
Oyuncaklarda kullanılan pilleri daha uzun ömürlü hale getirmek.

DENEYİN SONUÇLARI

- Paralel bağlı devre kurularak tasarruf sağlandı.
- Yassı pil ile ses sisteminde daha fazla ses çıkması sağlandı.
- Oyuncakların daha uzun süre kullanılması sağlandı.
- Pil ömrü uzatıldı.

Grup Adı: Grup Molekül
Grup Üyeleri

- Gulbahar KEVE
- Sedat KOÇ
- Ayşegül Şilan ÇİFTÇİ
- Evin SÖNMEZ
- Büşra GÜNEŞ
- Melek ATAŞ

OYUNCAĞIN SONSUZLUĞU



DENEYİN ADI
Uzun Ömürlü Oyuncak Tasarlama

MALZEMELER

- Ses Sistemi
- Kalem Pil
- Yassı Pil
- İletken Kablo
- Anahtar
- Elektrik Bandı
- Oyuncak

NELER YAPTIK?
Tasarımımıza bağlı olarak hem seri hem de paralel bağlı devreler kurduk. Seri bağlı devrede pillerin daha kısa sürede tükendiğini gözlemledik. Bundan dolayı paralel bağlı bir devre kullandık. Ses sisteminde daha fazla ses elde etmek için yassı pil ile kalem pili birbirine paralel olacak şekilde bağladık. Ardından pilleri, anahtarı ve ses sistemini iletken kablo yardımı ile birbirine bağlayıp devre kurduk. Son olarak kurduğumuz devreyi anahtar dışarıda kalacak şekilde oyuncakın içine yerleştirdik.

DENEYİN AMACI
Daha uzun ömürlü pilli oyuncaklarla ekonomiye destek sağlamak.

DENEY SONUCU

- Paralel voltlu piller daha uzun ömürlü olduğu için oyuncak uzun süre kullanılabilir.
- Paralel bağlamada pil ömrü daha fazladır.

Grup Adı: beyin göçüğü
Grup üyeleri:

- Didare YILDIRIM
- Zehra GÜLTEKİN
- Zeynep İLİM
- Nedret ÇETİNKAYA
- Ertan POLAT
- Ferda ALTUNDAĞ

DURMAYAN KALP



DENEYİN ADI
Uzun Ömürlü Oyuncak Tasarlama

MALZEMELER

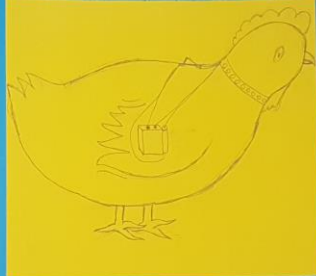
- Oyuncak hedi
- Led ışık
- 1 Adet yassı pil (9 Volt)
- 1 Adet kalem pili (1.5 Volt)
- İletken kablo
- Anahtar
- Elektrik bandı

NELER YAPTIK?
Önce yassı pilin katman pillerine paralel olacak şekilde ledleri teli bağladık daha sonra telleri anahtara bağladık bir diğer teli led ışık sistemine attık ve anahtarı bir düğme olarak bağladık bu işlemi sonuna kadar yaptık sistemini ledlerin kafa kısmına vardık geri kalan malzemeleri ise içine yerleştirip bitirdik.

UZUN ÖMÜRLÜ OYUNCAK TASARLAMA

DENEYİN SONUÇLARI:

- ⇒ Devreyi verilen malzemelerle kurduk.
- ⇒ Kalem pillerin gücünün led ışıkları yakmaya yetmediğini gözlemledik.
- ⇒ Yassı pili tek başına kullanmanın tasarruf için yeterli olmadığını gördük.
- ⇒ Yassı pili ve kalem pili paralel bağlayarak istenilen tasarruf koşulunu yerine getirdik.
- ⇒ Uzun ömürlü oyuncakı tasarladık.



GEREKLİ MALZEMELER:

- ⇒ Oyuncak tavuk
- ⇒ Led ışığı
- ⇒ Yassı pil ve kalem pil
- ⇒ İletken kablo
- ⇒ Anahtar

3. GRUP

- 1- NURCAN KRAL
- 2- ADEM KARAKAL
- 3- NECLA BİLİCİ
- 4- LEYLA ASLAN
- 5- FADİL KORKMAZ
- 6- İBRAHİM YUSUF HOCAOĞLU

NELER YAPTIK ?

- ⇒ Oyuncakımıza nasıl aydınlatma sistemi kuracağımıza karar verdik.
- ⇒ Kalem pili tek başına kullandığımızda devreyi çalıştıracak kadar güçlü olmadığını gördük.
- ⇒ Bu duruma devreye kalem pil yerine daha güçlü olan yassı pili kullanarak çözüm bulduk.
- ⇒ Daha sonra oyuncakın daha az enerji kullanması için devrede kalem pil ve yassı pili paralel bağladık ve bu şekilde amacımıza ulaşmış olduk.

DENEYİN AMACI:

- ⇒ Pilleri paralel bağlayarak uzun ömürlü oyuncak tasarlamak.
- ⇒ Tasarruf elde etmek.
- ⇒ Doğayı korumak.
- ⇒ Çocukların oyuncakları uzun süre kullanma istegine yanıt verme.

SESLİ YARAMAZ

DENEYİN AMACI

- Oyuncakta kullanım süresini artırmak

MALZEMELER

- Kalem pil
- Yassı pil
- İletken kablo
- Ses sistemi
- Oyuncak tavşan
- Elektrik bandı
- Anahtar

DENEYİN SONUÇLARI

- Oyuncakın daha uzun kullanılması sağlandı
- Piller paralel bağlanarak tasarruf sağlandı
- Kullanılan kablolar kısa tutuldu ve bu sayede oyuncakta daha kolay monte edildi
- Kullanılan ses sistemi boyut olarak küçük tutuldu ve bu sayede oyuncakta fazla zarar verilmekten içine yerleştirildi



NELER YAPTIK

- İlk önce uygun olan oyuncakı seçtik. Daha sonra bize verilen malzemelerle uygun bağlama sistemini yaptık (paralel bağlama). Oyuncakın uygun boyutlara göre ve sistemi yeniden monte etmek için bütün bilgileri oyuncakı dışına çıkardık

SESLİ YARAMAZ

- Uzun ömürlü oyuncak tasarlama

GRUBUN ADI: ATOM

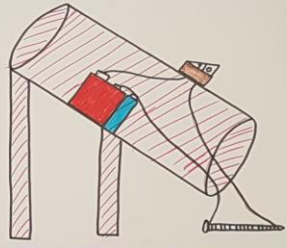
- GRUP ÜYELERİ:
- Abdullah Hamid Yargıllı
- Mehmet Garip Durmuş
- Harun Kaya
- Aydın Kılıç
- Yavuz Bakır
- Ferit Kaya

3. Metalleri Çekebilen Cihaz Tasarımı Yönelik Grupların Posterleri:

ÇEKİCİ KOL

SONUÇLAR

Geri dönüşüm malzemeleri kullanılarak farklı boyutlara telleri çeken ve ayarlanabilir bir elektromıknatıs tasarladık.



MALZEMELER

- ✓ 2 adet pil
- ✓ 1 adet bakır tel
- ✓ 1 adet çivi
- ✓ Farklı boyutlarda mukavva karton
- ✓ Bağlantı kabloları

GRUP ÜYELERİ

SÜMEYYA TEKİN ✓
EBRU AKTÜRK ✓
GÜLŞAH BELEN
ADEM KOÇ
ÖZNUR OĞUZ
MERVE DENİZ ✓

DENEYİN AMACI ?

Metalleri diğer atıklardan ayıracak ve geri dönüşüm kullanarak farklı boyuttaki metalleri çeken bir mıknatıs yapmak.

NELER YAPTIK?

Çiviye mıknatıslık özelliği kazandırmak için bakır teli çiviye sardık.
Pildeki kinetik enerjiyi ile birleştirerek farklı boyutlardaki telleri çeken bir elektromıknatıs yaptık.

ÇEKİCİ

DENEYİN SONUÇLARI

- Mıknatıslık özelliği bulunmayan cisme mıknatıslık özelliği kazandırıldı.
- Elektrikliğin gücü arttıkça elektromıknatıslık arttı.
- Sarım sayısı arttıkça elektromıknatıslık arttı.

DENEYİN AMACI

- Mıknatıslık özelliği bulunmayan metal cisimlere elektrik yardımıyla mıknatıslık özelliği kazandırmak

GRUP ÜYELERİ

- A. HAMMİD YÜZGÜLLÜ
- YAVUZ BAKINDI
- AYDIN KILINÇ
- FİRVÖZ KAYA
- M. GABİR DURMUŞ
- HARUN KAYA



DENEYİN ADI

• ELEKTROMİKNATIS

NELER YAPTIK

- Verilen kabloyu çiviye sardık ve pile kabloun uçlarını pile bağladık daha sonra çiviye metal maddelere yaklaştırdık ve çivinin elektromıknatıslık özelliği kazandığını gördük.

KULLANILAN MALZEMELER

- PİL
- KABLO
- METAL ÇİVİ
- ATAŞ, TOPLU İĞNE, KAĞIT PARÇALARI

MIKNATIS DEĞİLİM AMA ÇEKERİM!

DENEYİN AMACI

Mıknatıslık özelliği bulunmayan metallere elektromıknatıslık özelliği kazandırarak geri dönüşüm atıkları içerisinde metalleri ayırmak, çekmek.

DENEYİN SONUÇLARI

- Paralel bağlantı kullanılarak tasarruf sağlandı.
- Yassı pil ile gereken enerji elde edildi.
- İletken kablounun çiviye sarılıp pile bağlanmasıyla mıknatıslık özelliği kazandırıldı.
- Tasarım oluşturularak elektromıknatıs kol elde edildi.
- Ürün test edilerek metallerin geri dönüşüm atıkları içerisinde ayrıştırıldığı görüldü.

Grupun Adı : Grup Molekül

Grup Üyeleri

- Melek ATAŞ
- Sedef KOÇ
- Büşra GÜNEŞ
- Evin SÖNMEZ
- Gülbahar KEVE
- Ayşegül Şılan ÇİFTÇİ

DENEYİN ADI

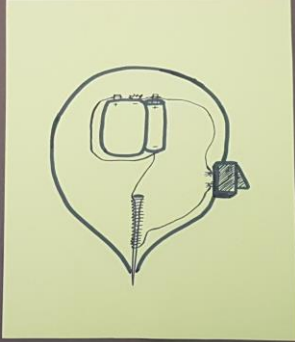
Mıknatıslık özelliği olmayan metallere elektromıknatıslık kazandırmak.

MALZEMELER

- Yassı Pil
- Kalem Pili
- İletken Kablo
- Anahtar
- Silikon
- Elektrik Bandı
- Çivi
- Karton

NELER YAPTIK ?

Tasarımımıza ilk olarak yassı pil ve kalem pili birbirine paralel bağlayarak başladık. Bu iki pili paralel bağlamamızın amacı daha uzun ömürlü manyetik güç elde etmek. Daha sonra iletken kabloyu çiviye sardık ve kablounun uçlarını pile bağladık aynı zamanda devrenin kontrolünü sağlamak için devreye anahtar ekledik. Tasarımı oluştururken anahtarı dışarda bıraktık ve diğer devre elemanlarını tasarımın içine yerleştirdik. Böylece elektromıknatıs bir kol elde ettik.



MIKNATISLI KOL YAPIMI

GEREKİLİ MALZEMELER

- İLETKEN KABLO
- YASSI PİL
- KALEM PİLİ
- ANAHTAR
- ÇİVİ

NASIL YAPTIK

-KALEM PİLİ VE YASSI PİLİ KARŞILAŞTIRARAK HANGİSİNİN DENEYİMİZ İÇİN DAHA İYİ SONUÇLAR VEREBİLECEĞİNİ GÖZLEMLEDİK. (YASSI PİL DENEYİMİZ İÇİN DAHA UYGUN.)

-SARIM SAYISINI OLABİLDİĞİNCE ARTTIRMAYA ÇALIŞTIK. BU ŞEKİLDE HEM DEVREDEKİ AKIM GÜCÜNÜ HEM DE SARIM SAYISINI ARTTIRARAK DEVREDEKİ DİRENCİ ARTTIRIP MANYETİK ALANI GÜÇLENDİRDİ.

-BİZDEN İSTENENİ KRİTER VE KISITLAMALAR ÇERÇEVESİNDE YAPTIK.

DENEYİN AMACI

-VERİLEN MALZEMELERLE BİZDEN İSTENENİ, MANYETİK ALANI OLABİLDİĞİNCE GÜÇLENDİREREK, ELDE ETMEK.

DENEYİN SONUÇLARI

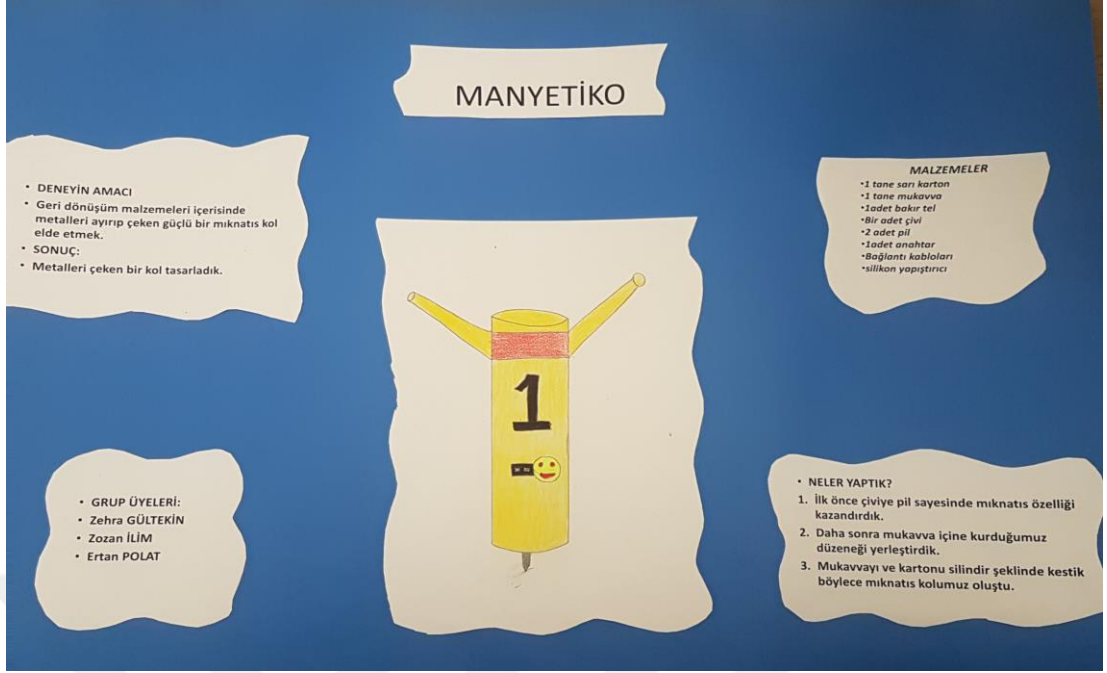
-DENEYİN SONUCUNDA MANYETİK ALANI NASIL GÜÇLENDİRECEĞİMİZİ ÖĞRENDİK.

-VE BU ŞEKİLDE İSTENEN KRİTER VE KISITLAMALARA UYGUN PROJİYİ YAPTIK.

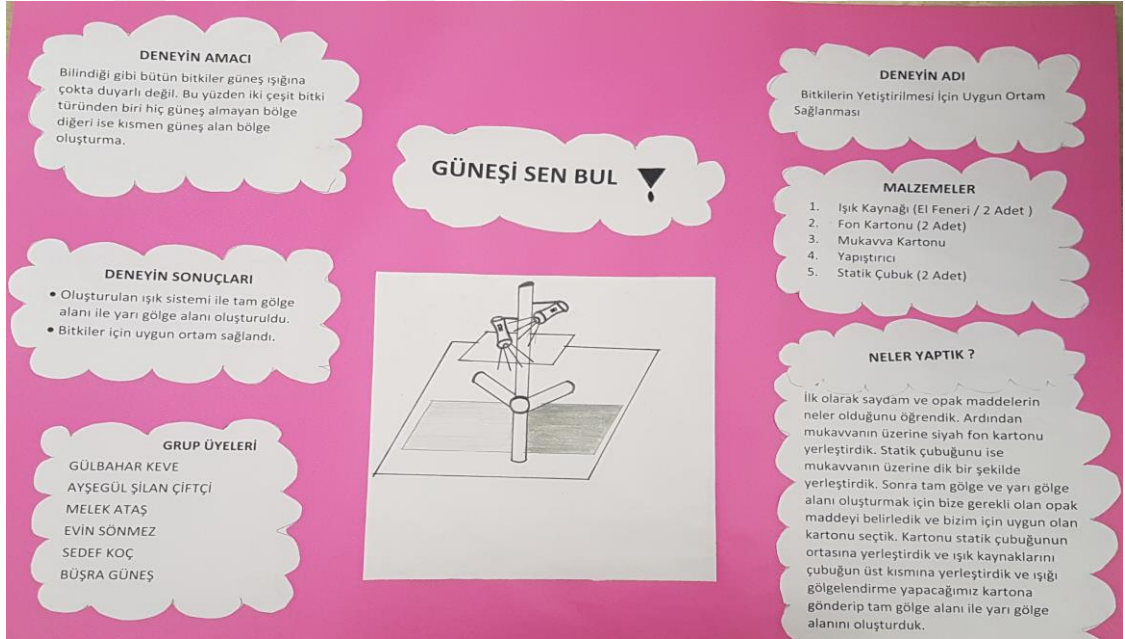
3.GRUP

- Leyla ASLAN
- Fadıl KORKMAZ
- Nurcan KRAL
- Adem KARAKAL
- Necla BİLİCİ
- İ.Yusuf HOCAOĞLU





4.Farklı Aydınlıklarda Alan Oluşturma Tasarımı Yönelik Grupların Posterleri:

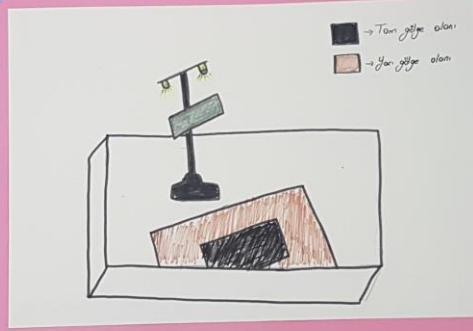


GÖLGELERİN

GÜCÜ ADINA

DENEYİN SONUÇLARI

Yarı gölge ve tam gölge alanı oluşturuldu.
Bitkiler için uygun ortam sağlandı.



MALZEMELER

- ✓ Demir çubuk
- ✓ 2 adet el feneri
- ✓ Gölge için engel
- ✓ Gölge oluşturacağı düzlem

GRUP ÜYELERİ

MERVE TURAN ✓
SÜMEYYA TEKİN ✓
EBRU AKTÜRK ✓
GÜLŞAH BELEN
ADEM KOÇ
ÖZNUR OĞUZ

DENEYİN AMACI

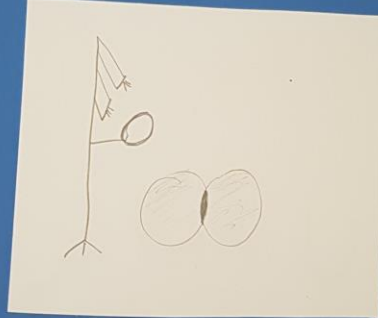
Yarı gölge ve tam gölge oluşturularak bitkiler için uygun ortam sağlamak.

NELER YAPTIK?

Demir direkler sabitlendi üzerine iki tane fener konuldu demir direğe gölge oluşturulması için engel konuldu, daha sonra engele ışık tutularak engelin yarı gölgesi oluşturuldu.

TAM VE YARI GÖLGE ALANI

DENEYİN SONUÇLARI: EN AZ TAM GÖLGE EN FAZLA YARI GÖLGEYİ ELDE ETTİK.



DENEYİN MALZEMELERİ:

2 TANE EL FENERİ -PİNPON TOPU -
DEMİR ÇUBUK

GRUP ÜYELERİ:

ADEM KARAKAL
LEYLA ASLAN
NECLA BİLİCİ
NURCAN KRAL
İ. YUSUF HOCAOĞLU
FADİL KORKMAZ

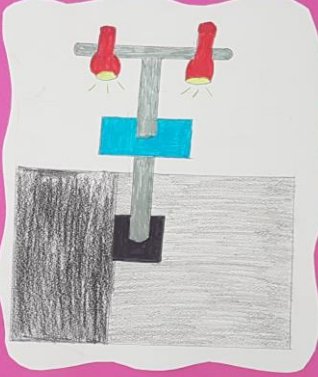
DENEYİN AMACI: EN AZ TAM GÖLGE EN FAZLA YARI GÖLGE ELDE ETMEK.

DENEYDE NELER YAPTIK:

2 EL FENERİNİ DEMİR ÇUBUĞA SABİTLEDİK, PİNPON TOPUNU EL FENERLERİNİN ALT KISMA GELECEK ŞEKİLDE SABİTLEDİK. IŞIK AÇILINCA YARI VE TAM GÖLGEYİ ELDE ETTİK.

GÖLGESEVER

- DENEYİN AMACI
- Işık kaynağı ve engel yardımıyla tam ve yarı gölge alanı elde ederek bitkiler için uygun ortam oluşturmak.



- MALZEMELER
- Statik çubuk üç ayak
- Mavi karton
- İki tane el feneri
- Bant
- Mukavva

- GRUP ÜYELERİ:
- Zehra GÜLTEKİN
- Zozan İLİM
- Ertan POLAT

- NELER YAPTIK?
- İlk önce mavi kartonu kesip çubuğa engel olarak sabitledi
- Fenerler statif çubuğa sabitlendi ışık açısı ayarlandı.
- Tam ve yarı gölge alanını hesapladık.

- SONUÇLAR:
- Tam ve yarı gölge alanı elde ettik.
- Yarı gölge alanı daha büyüktü.

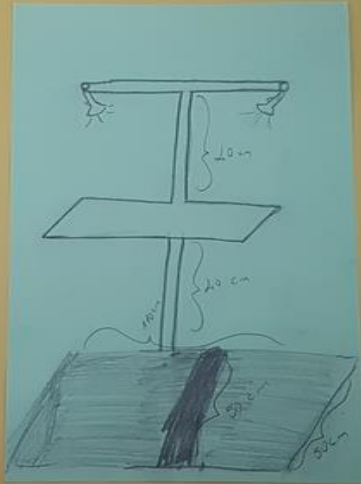
GÖLGE

- DENEYİN SONUÇLARI
- Ortadaki karton lambalara yaklaştıkça gölge alanları küçülmektedir uzaklaştıkça gölge alanları büyümektedir
- Işıkların geniş açısı tam gölge ve yarı gölge alanlarını etkilemektedir.

- DENEYİN AMACI
- Yarı gölge alanlarını arttırıp tam gölge alanları küçültmek

GRUP ÜYELERİ

- A. HAMİD YÜZÜKÜLÜ
- YAVUZ BAKIHO
- AYDIN KILIÇ
- FEVZİ KAYA
- MEHMET DURMUŞ
- HANUR KAYA



- DENEYİN ADI:
- GÖLGE ALANLARI

- NELER YAPTIK
- Bize verilen demir çubukları uygun biçimde birleştirdik daha sonra çubuğun ortasına karton yerleştirdik ve iki tane lambayla ışıklandırma yardımı olarak tam gölge ve yarı gölge alanları oluşturduk

KULLANILAN MALZEMELER

- FOM KARTON
- ORTAĞI ÇUBUK
- EL FENERİ

5.Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı Yönelik Grupların Posterleri:

"DENEYİN AMACI"

Aynaların yansımaları özelliğinden yararlanarak aydınlatma sistemlerinde fazla ışık kullanılmasını engelleyerek tasarrufu sağlamak.

"DENEYİN SONUÇLARI"

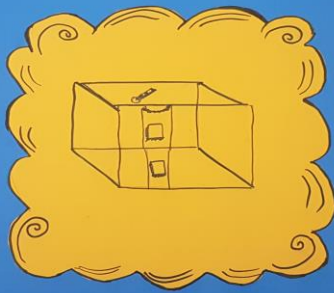
- *Tasarım oluşturularak aynalı , aydınlık bölge elde edildi.
- *Farklı ayna türleri kullanılarak çeşitlilik, az sayıda ayna kullanılarak tasarruf sağlandı.
- *Lazer ışık ile aydınlatılan alanın ilk ve son ışık miktarları ışık ölçer ile ölçülerek tasarruf miktarı hesaplandı.
- *Ürün test edilerek istenilen alanın oluştuğu görüldü.

GRUBUN ADI : GRUB MOLEKÜL

GRUB ÜYELERİ:

- *Melek ATAŞ
- *Büşra GÜNEŞ
- *Sedef KOÇ
- *Gülbahar KEVE
- *Evin SÖNMEZ
- *Ayşegül Şilan ÇİFTÇİ

AYNALARIN GÜCÜ ADINA!!



"DENEYİN ADI"

Farklı çeşitlerdeki aynaların yansımaları özelliğinden faydalanarak aydınlatma sistemi için kullanılması.

"MALZEMELER"

- *Dikdörtgen Karton
- *Patafix
- *Düzlem Ayna(2)
- *Çukur ayna(1)
- *Lazer Işık
- *Işık Ölçer
- *Koli Bandı

"NELER YAPTIK ?"

Öncelikle tasarımıma kullanacağımız ayna türleri ve sayısını belirleyerek başladık. Tasarımımızda iki düzlem ,bir çukur ayna olmak üzere üç ayna kullandık .Farklı ayna türleri kullanmamızın amacı daha fazla aydınlatma ortamının olmasını sağlamak, üç tane ayna kullanmamızın amacı ise az sayıda ayna kullanarak aydınlatmada tasarrufu sağlamak. Daha sonra aynaları sırası ile yansımaları denk gelecek şekilde dikdörtgen kartonun içerisine yerleştirdik ve lazer ışık ile istenilen alanın oluşumunun sağlanıp sağlanmadığını kontrol ettik. Ardından istenilen alanın olmasından emin olarak aynalarımızı patafix ile karton içine sabitledik. Son olarak karton kısmında içerisinin tamamen karanlık olmasını sağlayacak şekilde koli bandı ile açık alanları bantlayıp kartondan içeriye lazer ışığının geçebileceği bir delik açtık ışık ölçer ile ışık miktarını ölçtük .

GÖZ

KAMAŞTIRAN

İŞİLTİ

DENEYİN SONUÇLARI

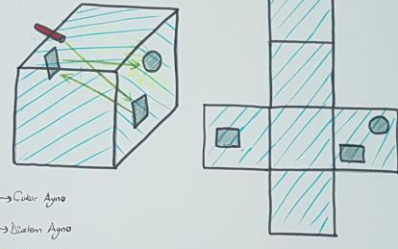
Az malzeme ile uygun aydınlatma ve şirket için tasarruf sağlandı.

GRUP ÜYELERİ

- SÜMEYYA TEKİN ✓
- EBRU AKTÜRK ✓
- GÜLŞAH BELEN
- ADEM KOÇ
- ÖZNUR OĞUZ
- MERVE TURAN ✓

DENEYİN AMACI

Şirketi toplantı odasındaki aynalardan farklı olarak dinlenme odasında az malzeme ile şirket çalışanlarının tasarruf yapması ve daha az malzeme ile istenilen aydınlığa ulaşılması.



→ Çukur Ayna
→ Düzlem Ayna
→ Lazer Işığı

MALZEMELER

- ✓ 2 adet düzlem ayna
- ✓ 2 adet çukur ayna
- ✓ 1 adet lazer ışığı
- ✓ 1 adet karton kutu

NELER YAPTIK

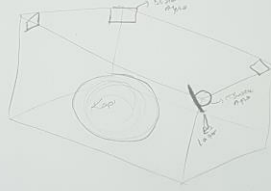
İlk olarak farklı sayıdaiki düzlem ve çukur aynaları kutudaki farklı yerlere yerleştirdik. Denemeler sonucunda 2 düzlem ve 1 çukur ayna ile az malzeme kullanarak istenilen aydınlık ortam sağlandı.

EN AZ AYNAYLA EN FAZLA IŞIK

DENEYİN SONUÇLARI:
KULLANABİLECEĞİMİZ EN AZ SAYIDA
AYNA KULLANIP EN FAZLA IŞIĞI ELDE
ETMEYE ÇALIŞTIK.

GRUP ÜYELERİ:
ADEM KARAKAL
LEYLA ASLAN
NECLA BİLİCİ
NURCAN KRAL
İ. YUSUF HOCAOĞLU
FADİL KORKMAZ

DENEYİN AMACI:AZ Ayna KULLANIP
FAZLA IŞIK ELDE ETMEK.



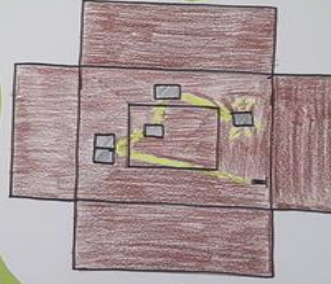
MALZEMELER: 3 TANE DÜZLEM Ayna
1TANE TÜMSEK LAZER KUTU BANT

DENEYİ NASIL YAPTIK:
3 DÜZLEM AYNAYI KUTUNUN ÜST
KISMINA GELECEK ŞEKİLDE
YAPIŞTIRDIK.
TÜMSEK AYNAYIDA KÖŞEDEN YERE
BAKACAK ŞEKİLDE YAPIŞTIRDIK VE IŞIK
DÜZLEM AYNALARDAN YANSIYIP EN
SON TÜMSEK AYNAYLA BERABER YERE
YANSIDI.

IŞIK ARTTIRAN

- DENEYİN AMACI
- Aynalar yardımıyla tasarruflu bir şekilde ışık miktarını artırmak.
- SONUÇLAR:ayna yardımıyla gönderdiğimiz ışın tüm kutu içine yayıldı ışık miktarı arttı.

GRUP ÜYELERİ:
• Zehra GÜLTEKİN
• Zozan İLİM
• Ertan POLAT



- MALZEMELER
- 1 tane lazer ışını
- 4 tane düzlem ayna
- 1 tane karton kutu

- NELER YAPTIK?
- İlk olarak iki tane düzlem aynayı kutu içinde yerleştirdik lazer ışını vererek yansıyan ışını takip ederek yansıdığı noktaya ayna yerleştirdik.

