



**STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI ÖĞRENMENİN 6. SINIF  
ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK KONUSUNDAKİ  
KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNE ETKİSİ**

**Hasan AYAR**  
**Yüksek Lisans Tezi**

**Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı**

**Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

**AĞRI - 2025**  
**(Her hakkı saklıdır.)**

**T.C.**  
**AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**Hasan AYAR**

**STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI ÖĞRENMENİN 6. SINIF**  
**ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK KONUSUNDAKİ KAVRAM**  
**YANILGILARININ GİDERİLMESİNE ETKİSİ**

**TEZ YÖNETİCİSİ**

**Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

**AĞRI – 2025**

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**STEM EĞİTİMİ YAKLAŞIMINA DAYALI ÖĞRENMENİN 6. SINIF**  
**ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK KONUSUNDAKİ KAVRAM**  
**YANILGILARININ GİDERİLMESİNE ETKİSİ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

Bu araştırmanın amacı, fen bilimleri dersinde STEM eğitime dayalı öğrenme etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin “Elektrik” konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini belirlemektir. Araştırmanın örneklemini, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Trabzon ili Of ilçesinde bulunan Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda yer alan 6. sınıfta okuyan 20 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Bu çalışmada, tek gruplu ön test-son test deseni kullanılmıştır. Süreçte STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinlikleri ile beş buçuk hafta boyunca ders işlenmiştir. Araştırmada öğrencilerin elektrik konusuna sahip oldukları kavram yanlışlarının değişimini belirlemeye yönelik ön test ve son test olarak Elektrik Kavram Yanılgısı Testi (EKYT) uygulanmıştır. EKYT üç aşamalı olarak geliştirilmiş ve bütün aşamalara göre puanlandırılarak öğrencilerin test ve kavram yanlışları puanları ortaya çıkartılmıştır. Aynı zamanda araştırmanın uygulanması sürecince öğrencilerin düşüncelerini yazmalarının sağlandığı Mühendislik Not Defteri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda verilerin analizinde bağımlı t-testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde anlamlı bir etki sağladığı görülmüştür.

**2025, 168 Sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** STEM Eğitimi Yaklaşımı, Kavram Yanılgısı, Elektrik.

**ABSTRACT**  
**MASTER THESIS**  
**THE EFFECT OF LEARNING BASED ON STEM EDUCATION**  
**APPROACH ON ELECTRICITY MISCONCEPTIONS OF 6TH GRADE**  
**STUDENTS**

**Advisor: Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

The aim of this research is to determine the effect of STEM education-based learning activities on removing 6th grade students' misconceptions about the topic Electricity in secondary school science courses. The sample of the research consists of 20 secondary school students studying in the 6th grade in a public school affiliated to the Ministry of National Education in the District of Trabzon in the second term of the 2022-2023 academic year. This class was taught for five and a half weeks with learning activities based on the STEM education approach. This research is in the pretest-posttest single-group design model, which is one of the quantitative research approaches. In the research, the misconception test about electricity was applied as a pre-test and post-test to determine the change in the misconceptions of the students about electricity. The misconception test about electricity was developed in three stages, and the test and misconception scores of the students were revealed by scoring them according to all stages. At the same time, during the implementation of the research, the Engineering Design Notebook, in which the students were allowed to write their thoughts, was used. As a result of the study, dependent t-test and Wilcoxon signed ranks test were used in the analysis of the data. According to the research findings, it was seen that learning activities based on the STEM education approach had a significant effect on eliminating the misconceptions of 6th grade students about electricity.

**2025, 168 Pages**

**Keywords:** STEM Education Approach, Misconception, STEM, Electricity.

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimde beraber çalıştığımız süre boyunca bana yol gösteren, fikirler oluşturan, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, her zaman destekçi olan çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY’a teşekkürlerimi sunarım. Eğitim ve tez yazma süreçlerinde bana her türlü destekte bulunan ve beni motive eden başta değerli babam Mehmet AYAR ve sevgili eşim Ebru AYAR olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunarım. Çocuklarım Emir AYAR ve Mehmet Emre AYAR, manevi desteklerinden dolayı sizi veren Allah’a şükürler olsun.

Hasan AYAR

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>ÖZET</b> .....                                                                    | ii  |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                | iii |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                                                | iv  |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                                             | v   |
| <b>TABLolar ve ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                             | vii |
| <b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....                                          | x   |
| <b>1.GİRİŞ</b> .....                                                                 | 1   |
| 1.1. Problem Durumu.....                                                             | 1   |
| 1.2. Araştırmanın Amacı.....                                                         | 5   |
| 1.3. Araştırmanın Önemi.....                                                         | 5   |
| 1.4. Araştırmanın Problemi.....                                                      | 6   |
| 1.5. Varsayımlar.....                                                                | 6   |
| 1.6. Sınırlılıklar.....                                                              | 6   |
| <b>2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR</b> .....                               | 7   |
| 2.1.STEM Eğitiminin Tarihçesi ve Önemi.....                                          | 7   |
| 2.2.STEM Nedir?.....                                                                 | 9   |
| 2.2.1. STEM Eğitimi ve Avantajları.....                                              | 10  |
| 2.3. STEM Eğitimi İle İlgili Yapılan Çalışmalar .....                                | 11  |
| 2.4. Mühendislik Tasarım Süreci.....                                                 | 30  |
| 2.5.Kavram Yanılgıları.....                                                          | 35  |
| 2.5.1. Fen Bilimleri Alanında Kavram Yanılgıları.....                                | 36  |
| 2.5.2. Basit Elektrik Devresi Konusundaki Kavram Yanılgıları Alanyazın Taraması..... | 37  |
| <b>3.YÖNTEM</b> .....                                                                | 43  |
| 3.1.Araştırmanın Modeli.....                                                         | 43  |
| 3.2.Araştırmanın Evren ve Örneklemi.....                                             | 44  |
| 3.3.Verİ Toplama Araçları.....                                                       | 45  |
| 3.3.1.Elektrik Kavram Yanılgısı Testi.....                                           | 45  |
| 3.3.1.1. Testin hedefinin belirlenmesi.....                                          | 45  |
| 3.3.1.2. Ünite/konunun belirlenmesi.....                                             | 45  |
| 3.3.1.3. Test maddelerinin yazılması.....                                            | 45  |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.1.4. Uzman görüşünün alınması.....                                          | 49         |
| 3.3.1.5. Testin yeniden düzenlenmesi.....                                       | 49         |
| 3.3.1.6. Pilot uygulama sonrası yapılan işlemler.....                           | 52         |
| 3.3.2. Mühendislik Not Defteri.....                                             | 58         |
| 3.4. Uygulama Süreci.....                                                       | 59         |
| 3.4.1. Konu Seçimi ve Modül Oluşturulması .....                                 | 59         |
| 3.4.2. Modüle yönelik uzman görüşünün alınması ve pilot uygulama.....           | 61         |
| 3.4.3. Araştırmanın Uygulama Süreci.....                                        | 61         |
| 3.5. Verilerin Analizi.....                                                     | 82         |
| <b>4. BULGULAR VE YORUM.....</b>                                                | <b>85</b>  |
| <b>5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER .....</b>                                     | <b>100</b> |
| 5.1. Sonuç ve Tartışma .....                                                    | 100        |
| 5.2. Öneriler.....                                                              | 106        |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                                           | <b>108</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                               | <b>127</b> |
| EK-1 Araştırma İzin Yazıları .....                                              | 127        |
| EK-2 Etik Kurul Raporu.....                                                     | 129        |
| EK-3 Elektrik Kavram Yanılgısı Testi (EKYT).....                                | 130        |
| EK-4 Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı Modülü Ders Etkinlikleri ve Özet Planı..... | 138        |
| EK-5 Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı Modülü Mühendislik Not Defteri.....         | 142        |
| EK-6 Uygulama Sürecine Ait Resimler.....                                        | 164        |

## TABLolar VE ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Alanyazın Taraması Elektrik Konusu Kavram Yanılgıları Modelleri.....                                                                                              | 37 |
| <b>Tablo 3.1.</b> Araştırma sürecinin aşamaları.....                                                                                                                                | 44 |
| <b>Tablo 3.2.</b> “Elektrik” Konusuna Yönelik Kazanımlar ile İlgili Alanyazında Tespit Edilen Kavram Yanılgıları.....                                                               | 46 |
| <b>Tablo 3.3.</b> EKYT’nin Pilot Uygulamasından Elde Edilen Verilere Ait Betimsel İstatistik Değerleri.....                                                                         | 52 |
| <b>Tablo 3.4.</b> EKYT’nin Doğru Cevaba ve Kavram Yanılgılarına Göre Güvenirlik Katsayı Değerleri.....                                                                              | 53 |
| <b>Tablo 3.5.</b> EKYT’de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri.....                                                                            | 55 |
| <b>Tablo 3.6.</b> Pilot Uygulamada Öğrencilerin EKYT’de Aldıkları Puanlama-2 Puanları ile Güven Puanları Arasındaki İlişki.....                                                     | 56 |
| <b>Tablo 3.7.</b> EKYT’de Bulunan Soru ve Seçeneklerdeki Olası Kavram Yanılgısı Olan Konular ve Olası Kavram Yanılgılarının Dağılımı.....                                           | 57 |
| <b>Tablo 3.8.</b> Modüldeki Disiplin Alanlarına Göre Konuların Dağılımı.....                                                                                                        | 60 |
| <b>Tablo 3.9.</b> EKYT’nin Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Shapiro-Wilk Katsayıları.....                                                                      | 83 |
| <b>Tablo 3.10.</b> EKYT’nin Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Çarpıklık ve Basıklık Puanları.....                                                               | 84 |
| <b>Tablo 4.1.</b> EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Puanlama-1 Puanları Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları.....                                              | 85 |
| <b>Tablo 4.2.</b> EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Kavram Yanılgısı Puanları(KY3) Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Analiz Sonuçları.....                  | 86 |
| <b>Tablo 4.3.</b> EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Kavram Yanılgısı Puanları (KY3) Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi Sonucu Oluşan İstatiksel Veriler..... | 86 |
| <b>Tablo 4.4.</b> EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanması Sonucunda Öğrencilerin Kavram Yanılgısı İçeren Seçenekleri İşaretleme Yüzdeleri.....                                  | 87 |
| <b>Tablo 4.5.</b> EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanması Sonucunda Öğrencilerin Kavram Yanılgısı Puanlarına (KY3) Ait Betimsel İstatistik Verileri.....                        | 88 |

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.6.</b> MND’de Bulunan Öğrenme Aktivitesinde Kullanılabilecek Bilgi Formlarındaki Cümlelere Ait Öğrenci Cevaplarının Frekans ve Yüzdeleri..... | 89 |
| <b>Şekil 2.1.</b> Mühendislik Tasarım Süreçleri.....                                                                                                     | 32 |
| <b>Şekil 3.1a.</b> Uzman görüşü sonrasında yeniden düzenlenerek değiştirilen sorunun ilk hali.....                                                       | 50 |
| <b>Şekil 3.1b.</b> Uzman görüşü sonrasında yeniden düzenlenerek değiştirilmiş soru.....                                                                  | 51 |
| <b>Şekil 3.2.</b> Testten tamamen çıkarılan soru örneği.....                                                                                             | 51 |
| <b>Şekil 3.3.</b> Mühendislik Tasarım Süreçleri.....                                                                                                     | 59 |
| <b>Şekil 3.4.</b> Oturma düzeni.....                                                                                                                     | 62 |
| <b>Şekil 3.5.</b> Probleme yönelik senaryo.....                                                                                                          | 62 |
| <b>Şekil 3.6.</b> Bir Öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                        | 63 |
| <b>Şekil 3.7.</b> Öğrenme basamağına yönelik mektup.....                                                                                                 | 63 |
| <b>Şekil 3.8.</b> Bir Öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                        | 64 |
| <b>Şekil 3.9.</b> Öğrenme basamağına yönelik mektup.....                                                                                                 | 65 |
| <b>Şekil 3.10.</b> Uygulama sırasında öğrenciler.....                                                                                                    | 66 |
| <b>Şekil 3.11.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 67 |
| <b>Şekil 3.12.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 68 |
| <b>Şekil 3.13.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 69 |
| <b>Şekil 3.14.</b> Öğrenme basamağına yönelik mektup.....                                                                                                | 70 |
| <b>Şekil 3.15.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 71 |
| <b>Şekil 3.16.</b> Öğrenme basamağına yönelik mektup.....                                                                                                | 72 |
| <b>Şekil 3.17.</b> İletkenin uzunluğuna bağlı olarak ampul parlaklığı değişimi deney görselleri.....                                                     | 73 |
| <b>Şekil 3.18.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 74 |
| <b>Şekil 3.19.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 75 |
| <b>Şekil 3.20.</b> Öğrenme basamağına yönelik mektup.....                                                                                                | 76 |
| <b>Şekil 3.21.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 77 |
| <b>Şekil 3.22.</b> Bir öğrenciye ait cevaplar.....                                                                                                       | 78 |
| <b>Şekil 3.23.</b> Planlama basamağına yönelik mektup.....                                                                                               | 79 |
| <b>Şekil 3.24.</b> Bir öğrencinin bireysel ve grupça tasarım fikri.....                                                                                  | 80 |
| <b>Şekil 3.25.</b> Bir öğrenci grubuna ait test sürecine yönelik bir görsel.....                                                                         | 81 |
| <b>Şekil 3.26.</b> Öğrenci Sunumuna Ait Örnek Bir Poster.....                                                                                            | 82 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.1a.</b> Bazı Öğrencilere Ait MND’de Sorulan Bazı Sorulara Verdikleri Cevaplar.....        | 92 |
| <b>Şekil 4.1b.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’de Sorulan Bir Soruya Verdiği Cevabı.....                   | 92 |
| <b>Şekil 4.2.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 1.1. Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 93 |
| <b>Şekil 4.3.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 1.1. Bilgi Formunun 2. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 93 |
| <b>Şekil 4.4.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 1.2. Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 94 |
| <b>Şekil 4.5.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 2.2. Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 95 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 3.1. Bilgi Formunun 2. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 95 |
| <b>Şekil 4.7.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 3.1. Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 96 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 4.1. Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 97 |
| <b>Şekil 4.9.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 4.1. Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı.....  | 97 |
| <b>Şekil 4.10.</b> Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 4.1. Bilgi Formunun 4. Cümlesine Ait Cevabı..... | 98 |
| <b>Şekil 4.11.</b> Bazı Öğrencilere Ait MND’de Sorulan Bazı Sorulara Verdikleri Cevaplar.....        | 99 |

## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

|         |                                                                                                |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABET    | : Accreditation Board for Engineering and Technology                                           |
| BİD     | : Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi                                                              |
| EKYT    | : Elektrik Kavram Yanılgısı Testi                                                              |
| FeTeMM  | : Fen Teknoloji Mühendislik Matematik                                                          |
| MEB     | : Milli Eğitim Bakanlığı                                                                       |
| MND     | : Mühendislik Not Defteri                                                                      |
| MTS     | : Mühendislik Tasarım Süreci                                                                   |
| NASA    | : Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi                                                             |
| NRC     | : National Research Council                                                                    |
| NSF     | : ABD Ulusal Bilim Vakfı                                                                       |
| STEM    | : Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik),<br>Mathematics (Matematik) |
| TÜBİTAK | : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu                                              |

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Problem Durumu

Dünyada yaşanan gelişmelerle birlikte birçok alanda değişiklikler yaşanmaktadır. Bilim ve teknolojiye yaşanan değişimler ile bireylerin ve toplumların da ihtiyaçları değişmiştir (Yücel, 2019). Gelişen ve değişen dünyada bireylerin ve toplumların ihtiyaçlarını karşılayabilmek için eğitim hizmetleri de gelişmektedir (İzgi, 2020). Dünyada yaşanan değişimlere ve zorluklara hazırlıklı olmanın önemli bir yolu iletişim, işbirliği ve disiplinler arası etkileşim unsurlarını bir arada barındıran STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM kelimesi, Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Maths) kelimelerinin İngilizce olarak baş harflerinin birleşmesiyle oluşur (Kapan, 2019). STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerini temele alan, teknolojik imkânları ve mühendislik tasarım süreçlerini kullanan bütünsel bir eğitim programıdır (Asıgıgan, 2019). STEM; fen, matematik, mühendislik ve teknoloji içeriğini ve becerilerini birleştiren bir eğitim yaklaşımıdır (Ceylan, 2014). STEM eğitimi yaklaşımı, bir problem durumunda farklı disiplinleri bütünlendirerek problem çözmeyi ve bireylerde 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Akyıldız, 2014).

STEM eğitimi yaklaşımı gelişmenin ve değişimlere uyum sağlamanın önemli bir yoludur. STEM ile eğitim ve istihdam imkânları sağlanarak topluluklar geliştirilebilir. STEM eğitimi düşünceye ve eyleme rehberlik eden beceriler sağlamaktadır. Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bir arada olduğu STEM, günümüz dünyasının zorluklarını çözmeye yardımcı olur. STEM'in küresel bağlamda ne anlama geldiğini ve toplumumuzun gelişimini nasıl etkilediğini görmek gerekir (Becker vd., 2011).

STEM eğitimi, insanları istihdama hazırlayan ve günümüzün işgücü ihtiyaçlarına yönelik becerilerle donatır. Birçok beceri ve yaşantıyı içerisinde barındırır. STEM, bireylerin çok yönlü gelişimine katkı sağlar. STEM, bireylere çevrelerindeki dünya hakkında derin bir bakış açısı oluşturur. Bu durum araştırma yapmalarına ve eleştirel düşünmede gelişmelerine yardımcı olur. STEM eğitimi, disiplinleri tek bir sistemde birleştirir. Bu nedenle, eğitime yönelik bir STEM yaklaşımı, temel yetkinliklere ek olarak yaratıcılığı ve farklı düşünmeyi teşvik eder.

Öğrencileri yeni fikirler sunmaya ve yeni tasarımlar icat etmeye teşvik eder. Öğrencileri eğitimde uygulamaya yönlendirir ve yeniliklere odaklanır. Araştırmaya dayalı ödevlerden yeni bilgiler öğrenilir. STEM eğitimi, bilginin transfer edilerek uygulanmasını ve kavramların anlaşılmasını teşvik eder. STEM iki basit eylemle oluşturulabilir: Sorgulama ve deneyimleme (Bybee, 2013). Öğrenciler öğrendikleri bilgileri uygulamaya dökmekte ve risk olmayan bir ortamda hatalarını kabul etmekte özgürdürler.

STEM eğitimi dünyayı geleceğe hazırlar. Ekip çalışmasına ve farklı alanlardan uzmanların işbirliğine dayanır. STEM öğrencisinin her konuda uzman olması gerekmez. Tek gereken, deneyimli ve işbirlikçi bir iş gücünün parçası olmasına izin veren bir zihniyettir. Ekip çalışması üretkenliği, iş tatminini ve karlılığı önemli ölçüde artırır (Honey vd., 2014). Ülkelerde ekonomik gelişimin sağlanabilmesi için gerekli olan iş gücünün yetişmesi adına politika, eğitim ve iş dünyasının önde gelen insanları bir araya gelerek eğitim reformunun gerekliliğini ifade etmişlerdir (Roterham ve Willingham, 2010). STEM eğitimi ülkelerin ihtiyaçları sonucunda ortaya çıkarak şekillenmiştir (Erol, 2021). Örneğin ABD’de STEM iş alanlarında çok fazla eksikliğin olduğu, STEM alanında öğrenci başarısının düşük olduğu, öğrencilerin STEM alanlarına ilgisinin çok az olduğu ve öğrencilerin STEM kariyeri yapma tercihlerinin çok az olduğu görülmektedir (Katehi, Pearson ve Feder, 2009). ABD’de STEM ile ilgili iş alanlarında çalışabilecek daha fazla birey yetiştirmek için STEM eğitim politikası olarak benimsenmiş ve STEM okulları açılmıştır (MEB, 2016).

STEM farkındalığı, öğrencilerin birçok farklı kariyere olan ilgisini artırır. Bazı STEM mesleklerine yetersiz hizmet verilmektedir. Bu nedenle STEM eğitime odaklanmak gerekmektedir. STEM çalışmalarının bir diğer hedefi de kadınların ve azınlıkların STEM işgücüne daha fazla katılımını sağlamaktır. Bu şekilde, toplumlar etnik ve cinsiyet ayrımı arasında köprü kurabilir. Okulların, politikacıların, velilerin, öğrencilerin ve öğretmenlerin katılımı gereklidir. Bilimsel ve teknolojik ilerlemeyi devam ettirmenin yolu budur (Ortiz-Revilla vd., 2021). STEM yaklaşımı içerdiği disiplinlerin birbirlerine entegre edilmesidir ve günlük yaşam problemlerini ele alarak çözüm üretir, öğrencilerde anlamlı öğrenmelerin kalıcı olarak gerçekleşmesini destekler (Wang, 2012). STEM eğitimi yaklaşımı, öğrencilere yaratıcılık ve problem çözme gibi becerilerini kazandırır (Roberts, 2012). STEM eğitimi mantıksal

düşünmeyi destekleyerek öğrencilerin özgüveninin artmasına ve teknoloji benimsemelerine katkıda bulunur (Morrison, 2006). Aynı zamanda STEM öğrencilerin zihinsel süreç gelişimine katkı sağlayan, girişimcilik ve ürün geliştirme becerilerini geliştiren bir eğitim yaklaşımıdır (MEB, 2016). STEM eğitimi, öğrencilere yeni bir düşünme biçimi ve her meslekte değer verilen beceriler kazandırarak toplumu pozitif yönde dönüştürür. Gençlerin esnek olmasına, model aramasına, bağlantılar bulmasına ve bilgileri değerlendirmesine olanak tanır. STEM eğitimi toplumlarda farkındalığı da arttırır. Küresel sorunların gündeme gelmesini sağlar ve STEM fırsatları insanları bilgiye dayalı ekonomiye ve daha iyi sürdürülebilir okuryazarlığa götürür (Norris, 2022).

Fen bilimleri alanındaki reform hareketleri incelendiğinde gelecek yüzyıl bireylerini teknoloji destekli eğitimle nitelikli olarak yetiştirebilmek için öne çıkan yaklaşımlardan biri de STEM eğitimi yaklaşımıdır (Çepni, 2018). Fen eğitimi alanında yapılan araştırmalara bakıldığında bu alandaki eğitimin geliştirilebilmesi için etkili yollardan birinin de mühendislik tasarımına dayalı yaklaşım olduğu görülmektedir (Kelly, 2010). Fen eğitiminde 21.yy becerileri olan sorgulayan, düşünen, problemlerin farkında olan ve çözüm üretebilen, iletişim becerisi yüksek, girişimci ve yaratıcı düşünme becerisine sahip bireylerin yetişmesi temel amaç olarak görülmektedir (MEB, 2018). Fen bilimleri eğitiminde en önemli problemlerin başında öğrencinin yanlış ön bilgileri gelmektedir (Altınyüzük, 2008).

Fen eğitiminde kavram öğretimi önemli bir yer taşır (Kaptan ve Korkmaz, 1999). Fen öğretiminde kavramların öğretimi ilköğretimde başlar ve devam eder. Bu yıllarda kavramların tam ve doğru olarak öğretilmesi büyük önem taşır (Sökmen ve Bayram, 1999). Yapılan araştırmalara göre fen eğitimde öğrencilerin bilimsel gerçeklerden uzak kavram yanlışlarına sahip olduklarını ve bu kavram yanlışlarını uzun süre zihinlerinde doğru bilgi olarak taşıdıklarını göstermektedir (Yalçın, 2010). Sahip olunan kavram yanlışları sonraki öğrenmeler için engel oluşturmakta ve yeni öğrenmeleri zorlaştırmaktadır (Yalçın, 2010).

Kavram yanlışısı genel olarak bir kişinin bir kavramı anladığı halinin, gerçekliği ispatlanmış ve herkes tarafından kabul görmüş bilimsel anlamından farklı olması olmasıdır (Çakır ve Yürük, 1999; Baki, 1999; Stepan, 1996). Kavram

yanılgıları bireysel deneyimler ile oluşan, bilimsel gerçeklikten uzak ya da ters düşen ve bilimsel olarak doğruluğu ispatlanmış kavramların öğrenilmesini ve öğretilmesini engelleyen bilgilerdir (Çakır ve Yürük, 1999). Öğrenciler okul hayatları başladığında ilk kez karşılaştıkları kavramlar karşısında kavram yanılgısı oluşturmakta, kavramları birbirine karıştırabilmekte, kavramları tam olarak anlamakta zorluk yaşamaktadırlar (Ayana, 2018). Öğrencilerin anlamakta zorlandıkları kavramları kendi anlayışlarına göre yorumlamaktadır. Öğrencilerin kendilerince anlamlandırarak oluşturdukları bu kavram yanılgılarının okul hayatlarında ders işleme yöntemlerinin çoğuna karşı dirençli olduğu ve değiştirilmesinin çok zor olduğu birçok çalışma ile ortaya konulmuştur (Moore, 1997).

Fen eğitiminde kavramların öğretilmesi oldukça önemli bir yere sahiptir (Kaptan ve Korkmaz, 1999). Fen eğitiminde istenilen öğrenmenin tam olarak sağlanması için öğrencilerin kavramları doğru şekilde anlamaları gereklidir (Ekmekçi, 2022). Fen bilimleri dersinde soyut kavramlar oldukça fazladır. Öğrenciler bu soyut kavramları öğrenmekte ve anlamakta zorluk yaşadıkları ve fen bilimleri dersinde zorlandıkları görülmektedir (Yurdatapan ve Şahin, 2013). Bu sebeple öğrenciler fen dersindeki soyut kavramlarla ilgili kavram yanılgılarına sahip olabilmektedirler (Şimşek, 2023).

Öğrencilerin soyut fen kavramlarını anlamlandırmakta ve öğrenmekte zorlanacakları düşünüldüğünde fen bilimleri dersinde kullanılması gereken yaklaşımlar titizlikle seçilmelidir (Köseoğlu ve Kavak, 2001). Fen eğitiminde kavram yanılgılarını belirleyen, kavram yanılgılarını gideren yaklaşımlar ve uygulamalar kullanılmalıdır (Ekici, Ekici ve Aydın, 2007). STEM eğitimi; okul öncesi dönemden yükseköğretime kadar tüm eğitim ve öğretim kademelerini barındıran önemli bir eğitim yaklaşımıdır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Fen eğitiminde STEM eğitimi yaklaşımı kullanmak öğrencilerin fen konularını gerçek yaşamla ilişkilendirmeyi sağladığı görülmektedir (Capobianco, Nyquist ve Tyrie, 2013). STEM etkinlikleri kullanılarak yapılan fen derslerinde öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin gelişmesi desteklenebilir (Ekmekçi, 2022). Alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin kavram yanılgılarının giderilmesine doğrudan etkisini belirlemeye yönelik çok sınırlı sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir (Kocataş, 2023).

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinlikleri ile işlenen fen bilimleri dersinde 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini incelemektir.

## 1.3. Araştırmanın Önemi

Fen bilimleri dersi, öğrencilerin öğrenme sürecini yaparak yaşayarak tecrübe etmelerine ve ulaştıkları bilgileri kendi yaşantılarında kullanabilmelerine olanak tanınmalıdır (MEB, 2018). STEM eğitimi yaklaşımını kullanılmasıyla öğrencilerin fen konularını günlük yaşamla ilişkilendirebilmesini sağladığı görülmektedir (Capobianco, Nyquist ve Tyrie, 2013; Ekmekçi, 2022). Fen öğretiminde temel kavramların öğretimi ilköğretimde başlar ve öğrenim hayatı boyunca devam eder, bu sebeple kavramların tam ve doğru olarak öğretilmesi büyük önem taşır (Sökmen ve Bayram, 1999).

Kavramların çoğu soyut yapılar olduğu için anlamlarının öğrenilmesinde zorluklar yaşanmaktadır ve bir konudaki temel kavramlar öğrenilmeden, o konuda üst düzey öğrenmelerin gerçekleşmesi oldukça zordur (Güneş, 2020). Kavramların öğrenilmesinde yaşanan zorluklar beraberinde kavram yanlışlarının oluşumunu getirmektedir. Fen eğitiminde öğrencilerin bilimsel bilgilerden farklı öğrenmeler yani kavram yanlışları geliştirdikleri ve bunları çoğu zaman zihinlerinde öğrenim hayatı boyunca devam ettirdikleri görülmektedir (Küçüközer, 2004). Kavram yanlışlarının fazla olduğu konulardan biri de elektrik konusudur (Küçüközer, 2004). Elektrik konusu genellikle basit bir konu olarak düşünülse de öğrenciler bu konuda kavram yanlışlarına sahiptirler ve bu konunun küçük yaşlardan itibaren kavram yanlışlarından arındırılarak öğretilmesi oldukça önemlidir (Harman, 2016). Alanyazına bakıldığında STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Büyükdede, 2018; Dikici, 2023; Ekmekçi, 2022; Ertam, 2023; Gülhan ve Şahin, 2016; Keteci, 2021; Kırıcı, 2019; Sayıcı, 2023; Şentürk, 2017). Yine alanyazına bakıldığında, STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini belirlemeye yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Kocataş, 2023). STEM eğitimi yaklaşımının kavram yanlışlarının giderilmesine

etkilerinin araştırıldığı çalışmaların oldukça sınırlı olmasından ve alanyazında STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin Elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisini inceleyen başka çalışma bulunmamasından dolayı araştırmacılara önemli bir kaynak oluşturacağı ve alanyazına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **1.4. Araştırmanın Problemi**

Araştırmanın problem cümlesini “STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisi nedir?” sorusu oluşturmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın alt problemleri şunlardır:

1. 6. sınıf öğrencilerinin elektrik kavram yanlışlığı testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. 6. sınıf öğrencilerinin Mühendislik Not Defteri’nde yer alan kavram yanlışları nelerdir?

#### **1.5. Varsayımlar**

1. Araştırmaya katılan öğrencilerin elektrik konusu kavram yanlışlığı testini samimi bir şekilde cevapladığı varsayılmıştır.
2. Araştırmaya katılan öğrencilerin hazır bulunuşluklarının aynı olduğu varsayılmıştır.
3. Araştırmada kullanılan Elektrik konusu kavram yanlışlığı testinin STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinliklerinin kazanımlarını kapsadığı varsayılmıştır.

#### **1.6. Sınırlılıklar**

1. Bu araştırma, 2022-2023 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Trabzon İli Of İlçesindeki Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda 6. sınıfta öğrenim gören 20 öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın uygulama süresi 5 buçuk hafta ile sınırlıdır.
3. Araştırma, Elektrik kavram yanlışlığı testi soruları ile sınırlıdır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. STEM Eğitiminin Tarihçesi ve Önemi

1990'ların başında, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Ulusal Bilim Vakfı tarafından Science (Bilim), Mathematics (Matematik), Engineering (Mühendislik) ve Technology (Teknoloji) disiplinlerinin kısaltması olan SMET olarak ortaya çıkmıştır (Sanders, 2009). 2001 yılında ise bu kısaltma aynı vakıf tarafından STEM'e dönüştürülmüştür (Bartholomew, 2015; Chesky ve Wolfmeyer, 2015; Elmas ve Adıgüzel, 2022; Sanders, 2009). STEM, bir eğitim kavramı olarak ilk defa 2001 yılında The National Science Foundation yöneticisi olan Judith A. Ramaley tarafından fen, teknoloji, mühendislik ve matematik müfredatları için oluşturulmuştur ve STEM bu tarihten sonra hızla yayılmaya başlamıştır (Koehler, vd., 2016; Yıldırım ve Altun, 2015; Zollman, 2012).

İkinci Dünya Savaşı beraberinde askeri, ticari ve akademik alanlarda benzeri görülmemiş ilerlemeler ortaya çıkararak savaşın kazanılmasına yardımcı olan yenilikler getirmiştir. Bu süreç soğuk savaş ile birlikte ve uzay yarışını başlatmıştır. Rusya'nın Sputnik uydusunu uzaya fırlatmasına karşılık olarak 1958'de Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) açılışı yapılmıştır. Bu gelişmeler ile birlikte teknoloji ülkeler arasındaki rekabette önemli bir konuma gelmiştir (Elmas ve Adıgüzel, 2022). Ülkelerin bilime ve eğitime olan ilgisi daha fazla artmıştır. STEM hareketinin temeli NSF (Ulusal Bilim Vakfı) ve NASA'nın kurulmasına dayanmaktadır (Crayton, 2007). Aslında Sanayi Devrimi ile birlikte ortaya çıkan bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında eğitimi iyileştirme çalışmaları 1950'li yıllardan bu yana oldukça fazla yol almıştır (Aslan-Tutak vd., 2017). Belirli uzmanlık becerilerine sahip iş gücünü artırmak için çağın gerekleri ile bu alanları bütünsel bir şekilde ele alma ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Aslan-Tutak vd., 2017). 21. yüzyıl bireylerini yetiştirmek için STEM eğitimi yaklaşımı önemli bir adım olarak kabul edilebilir (Sanders, 2009).

STEM, 21. yüzyılın başlarında ABD ekonomisinde en hızlı büyüyen endüstriler olan bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik merkezli kariyerlere ve/veya müfredata atıfta bulunmanın bir yolu olarak tanıtıldı ve sonrasında ABD ve

şirketler, dünya genelinde rekabet gücünü korumak için teknolojik inovasyonu hızlandırmaya devam ettikçe, STEM'i eğitim çerçevelerine entegre etme hareketi büyük ilgi görmeye başlamıştır. STEM müfredatının uygulanmasına yönelik baskılar, Amerikan ekonomisindeki ilgili iş fırsatlarının artmasından kaynaklanmıştır (Trachta, 2018).

Geleneksel öğretim modellerinin aksine STEM, sorun çözme konusunda yüksek düzeyde yaratıcılığı ve etkinliği teşvik etmek için disiplinlerin entegrasyonunu sağlar. Örneğin, geleceğin mühendisi olacak bireylere fikirlerini görselleştirme ve bunları eskiz haline getirme becerisini vermek, onu ileride işinde daha etkili hale gelmesini sağlar (Teach Engineering, 2009). STEM eğitimi ile 21. yüzyıl becerilerinden yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği ve iletişim unsurlarını içererek 21. yüzyıl ilkeleriyle örtüşmektedir (Beers, 2012). Aynı zamanda girişimcilik becerisinin kazandırılması için STEM eğitiminin önemli olduğu düşünülmektedir (Deveci ve Çepni, 2014). STEM eğitimi, tüm öğrencileri katılmaya, işbirliği yapmaya ve problem çözmeye teşvik eden kapsayıcı bir öğrenme ortamı oluşturmak için farklı disiplinleri bir araya getirir. Eğitim dünyası, öğrencileri 21. yüzyıl işgücünde başarılı yenilikçiler ve yaratıcılar olmak için ihtiyaç duydukları bu beceriler ve bilgilerle donatmak için yeni stratejiler keşfetmeye devam ettikçe, STEM eğitimi yaklaşımının önemi ortaya çıkmaktadır. 21. yüzyılda başarı için gerekli olan dört temel beceri alanı vardır. Bunlar; eleştirel düşünme ve problem çözme, yaratıcılık ve yenilik, iletişim ve işbirliğidir (MEB, 2018).

MEB tarafından Fen Bilimleri dersinde 4. sınıftan itibaren öğretim programında “öğrencilerin mühendislik ve bilim arasındaki bağlantıyı kurmalarına, disiplinler arası etkileşimi anlamalarına ve öğrendiklerini yaşantısal hâle getirerek dünya görüşü geliştirmelerine yardımcı olmak” hedef olarak belirlenmiştir. Aynı programda “Ülkemizin bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini, sosyoekonomik kalkınmasını ve rekabet gücünü artırmak için öğrencilerin fen ve mühendislik uygulamalarını deneyimlemeleri önem arz etmektedir. Programda Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları kapsamında öncelikle öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları beklenmektedir. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan

araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması istenir. Ayrıca problemler malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele alınmalıdır.” ifadeleri STEM’in ders programında belirgin olarak yer aldığını göstermektedir (MEB, 2018: s.10).

## 2.2. STEM Nedir?

STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kelimelerinin İngilizce yazılışlarının baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşan disiplinler arası bir eğitim yaklaşımıdır. STEM fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarındaki bilgi ve becerileri mühendislik tasarımı odaklı bir öğretim olarak bütünleştiren, öğrencilere işbirliği, sistematik düşünebilme, etkili iletişim, araştırma, üretme, yaratıcılık ve gerçek yaşam problemlerini çözebilme gibi becerilerin kazandırılmasını hedefleyen bir eğitim yaklaşımıdır (Bybee, 2010; Büyükdere 2018; Gonzalez ve Kuenzi, 2012; Roberts, 2012; Yıldırım ve Altun, 2015). STEM, bireyleri bilişsel olarak geliştirmekle birlikte duyuşsal ve psikomotor olarak da geliştiren, bireyleri hayata hazırlayan ve bireylerde 21. yüzyıl gereklerini karşılamak için dört farklı disiplinin entegrasyonunu sağlayan bir sistem olarak düşünülebilir (Akkuş Çiftçi, 2021). STEM yaklaşımının bir başka önemli yönü de öğrencilere sadece konunun öğretilmesi değil, nasıl soru sorulacağına, nasıl yenilikçi olunacağına ve nasıl üretileceğinin öğretilmesidir. Bu, onların herhangi bir duruma açık bir zihinle ve yaratıcı bir şekilde bağlantılı bir zihniyetle yaklaşma becerisini geliştirmelerini sağlar (Li vd., 2019). STEM eğitimi, okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm eğitim süreçlerini kapsayan disiplinlerarası bir eğitim sistemidir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). STEM eğitimi birden fazla alanın kesişmesinden ortaya çıkmıştır. Bu birleşik düzendeki eğitim sistemi bilgiyi, beceriyi ve aynı zamanda inançları da içermektedir (Çorlu, Capraro ve Capraro, 2014).

Alanyazın incelendiğinde STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili farklı tanımların yapıldığı görülmektedir. Morrison (2006) STEM’i, fen, mühendislik, teknoloji ve matematik disiplinleri arasındaki bilgi ve çalışmaların bütününe dayalı olan bir meta disiplin olarak; Sanders (2009), STEM’i, bütün STEM disiplinlerini öğretmek için gerçek yaşam problemleri ile öğretimi bir bütünleştiren bir eğitim yaklaşımı olarak; Bybee (2010) STEM’i, fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının arasında ilişki kurulması ile entegrasyonu sağlayan bir öğretim sistemi olarak; Sanders (2012)

STEM'i fen ve matematik alanlarını, teknoloji ve mühendislik alanları ile bütünleştiren mühendislik tasarım temelinde öğrenme olarak; Akgündüz vd. (2015) STEM'i fen teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri içinde ve disiplinler arasında işbirliği yapılarak bu alanların birbirlerine entegre edilmesiyle gerçekleştirilen bir eğitim yaklaşımı olarak; Baran ve arkadaşları (2016) STEM'i bilim, teknoloji, mühendislik, matematik ve bu disiplinlerin içerdiği bilgi ve becerileri bütünleştiren disiplinler arası öğretim yöntemi olarak; Akarsu ve arkadaşları (2020) STEM'i, gerçek yaşamda bulunan problemlerin çözümü için disiplinlerarası bilginin kullanılmasını sağlayan, ilgi çekici ve motive edici deneyimler ile problemlerin anlaşılmasını ve çözümünü kolaylaştıran, sadece ürüne değil aynı zamanda sürece ve beceriye odaklanan bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlamışlardır. STEM ile ilgili yapılan tanımlardan biri de fen, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinlerinin bir araya gelmesiyle oluşan ve öğrencilerin yaptığı araştırmalarla ürün oluşturup buluş becerilerini geliştirdiği öğrenme süreci şeklindedir (MEB, 2018).

STEM eğitiminin amacı; fen okuryazarı, bilimsel ve teknolojik gelişmelere uyum sağlayan, alanında yetkin ve ekonomik kalkınmayı sağlayabilecek üretken bireylerin yetiştirilmesidir (Thomas, 2014). MEB tarafından 2018 yılında hazırlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında yer verilen STEM eğitiminde, bireylerin bilgilerini kullanarak buluşlar yapması ve bu bilgiler ile ürün oluşturarak 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması amaçlanmıştır (MEB, 2018). Gelişmekte olan ülkelerin yenilikler üretebilmeleri için, STEM eğitimi alanlarında donanımlı bireylere olan ihtiyaçları her geçen gün artmaktadır ve ülkelerin bu ihtiyaçları bireylerin eğitimiyle giderilebilecektir (TÜBİTAK, 2004).

### **2.2.1. STEM Eğitimi ve Avantajları**

STEM eğitimi yaklaşımının temel faydaları aşağıda verilmiştir (Morrison, 2006).

1. Bireylerin problem çözme becerilerini geliştirmek,
2. Bireylerin mühendislik alanında yaratıcılığının gelişimine katkı sağlamak,
3. Mantıklı düşünmeye katkı sağlamak,

4. İnsanların kendi güvenmelerini sağlamak,
5. Teknolojinin doğasını açıklamayı ve anlamayı mümkün kıldığını belirtmiştir.

Morrison'ın söylediklerine ek olarak, STEM eğitimi ve mühendislik uygulamalarının bazı faydaları vardır (Yıldırım ve Altun, 2015);

1. Öğrencilerin eleştirel düşünmesini sağlar,
2. Bireylere veya çocuklara mühendislik alanında yaratıcılıklarını geliştirme fırsatı verir,
3. STEM eğitimi ile bireylere disiplinler arası bakış açısı kazandırılır,
4. Kişilerin öğrendikleri bilgileri kalıcı olarak akıllarında tutmalarını ve daha önce öğrendikleri ile ilişkilendirilmesini sağlar.
5. STEM eğitimi sayesinde kişilerin konuları daha mutlu ve eğlenceli bir şekilde öğrenmesi,
6. Bu, öğrencilerin daha üst düzeyde düşünmelerini sağlar.
7. STEM eğitimi uygulamaları mühendislikte tasarım geliştirme imkânı sağlar.
8. STEM eğitimi ve uygulamaları, Bloom taksonomisinin üst düzey basamaklarını hedefler.

### **2.3. STEM Eğitimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Bu bölümde alanyazında STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Hartzler (2000) araştırmasında bütünlük STEM eğitiminin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisiyle ilgili meta analiz çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmalarının sonucunda mühendislik tasarımı temelli STEM uygulamalarıyla öğrencilerin akademik başarılarında, öğrenme İsteklerinde, derse karşı olan ilgilerinde ve öz yeterliliklerinde artış olduğu görülmüştür.

Judson ve Sawada (2000) yaptıkları çalışmada teknoloji kullanılarak matematiğin fen bilimlerine entegre edildiği bir programın sekizinci sınıf fen dersine etkisini incelemişlerdir. Eylem araştırması şeklinde yapılan çalışmada yapılan entegrenin etkileri gözlenmiştir. Çalışmadan sonucunda matematiği fen bilimlerine entegre etmenin öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına olumlu etki ettiğini ortaya çıkarmıştır.

Venville ve arkadaşları (2000), 13-14 yaşlarında bulunan çocuklarla yürüttükleri çalışmada, “Güneş Enerjisi Teknesi” projesi ile öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini kullanabildikleri bir öğrenme ortamı oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin fen, teknoloji ve matematik alanlarındaki bilgi ve becerilerini arttırdığı görülmüştür.

Dewaters ve Powers (2006) çalışmalarında, öğrencilerin FeTeMM derslerinden memnun kaldıklarını ve yapılan derslerin öğrencilerin günlük yaşamdaki problemlerini çözmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler verilen dersin, kendi öğrenme yeteneklerini geliştirdiğini söylemişlerdir. Çalışma sonucunda öğrencilerin gelecekteki mühendislik ve teknoloji alanında ihtiyaçları için birçok bilimsel bilgiyi öğrenmeye ihtiyaç duydukları görülmüştür.

Riskowski vd. (2009), yaptıkları çalışmada STEM yaklaşımına dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarısına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Hem deneysel desen ile hem de durum çalışmasının birlikte yürütüldüğü araştırmada ortaokul öğrencilerinin su kaynakları ile ilgili çalışma yapmaları sağlanmıştır. Deney grubunda mühendislik tasarım temelli STEM yaklaşımına dayalı uygulamalar yapılırken kontrol grubunda geleneksel yöntemler kullanılarak dersler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre STEM yaklaşımına dayalı öğrenmenin uygulandığı deney grubundaki öğrenciler daha başarılı olmuştur. Sorulan açık uçlu soruların cevapları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin düşünme seviyelerinde kontrol grubuna göre arttığı görülmüştür.

Schnittka ve Bell (2011) yaptıkları çalışmada 8. Sınıf ısı ve sıcaklık konusunda mühendislik temelli uygulamalarla gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin kavramları anlamaları üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Deney ve kontrol gruplarından çoktan seçmeli testler, öğrenci tutumları, yapılan görüşme ve gözlemler

ile veriler toplanmıştır. Araştırma sonucunda mühendislik temelli tasarım uygulamalarının öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal değişimlerine olumlu etki ettiği ortaya çıkmıştır.

Marulcu ve Sungur (2012) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik algılarını ve mühendislik tasarımına bakış açılarını incelemeyi amaçlamışlardır. 44 öğretmen adayı ile yaptıkları çalışmada öğretmen adayları, mühendislik sürecini bir öğretim yöntemi olarak kullanabilmeleri için öncelikle kendilerinin bu süreci çok iyi bilmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir. Fen ve teknoloji dersinin öğretim programının mühendislik becerilerini de içerecek şekilde düzenlenmesi gerektiği söylenmiştir. Buna bağlı olarak üniversitelerin eğitim fakültelerinde fen ve teknoloji öğretmenliği bölümlerinde mühendislik süreçlerinin öğretilmesinin gerektiği ifade edilmiştir.

Knezek, Christensen, Tyler-Wood ve Periathiruvadi (2013) yaptıkları çalışmada uygulamalı projelerin öğrencilerinin STEM içerik bilgisi ve algıları üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. ABD'nin dört eyaletinde bulunan altı farklı okuldaki 6, 7 ve 8. Sınıfa devam eden 246 ortaokul öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada proje etkinliklerine katılan öğrencilerin STEM bilgileri ve algıları uygulamadan hem önce hem de sonra ölçülmüştür. Araştırma sonucunda proje etkinliklerinin çalışmaya katılan öğrencilerin STEM içerik bilgilerine, yaratıcılık eğilimlerine ve STEM algılarına olumlu bir etki ettiği görülmüştür. STEM algılarında kız öğrencilerde erkeklere göre daha belirgin bir artış ortaya çıkmıştır. Çalışma sonunda proje etkinliklerinin öğrencilerin gelişiminde etkili olabileceği görülmüştür.

Bozkurt (2014) çalışmasında, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine ve karar verme becerilerine STEM eğitimi uygulamalarının etkisini incelemiştir. Araştırma sonuçları, STEM eğitiminin öğretmen adaylarının karar verme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini göstermektedir. Öğretmen adayları yapılan görüşmelerde süreçle ilgili olumlu görüşler bildirmişler ve ileride öğretmen olmaları durumunda STEM eğitiminden yararlanacaklarını söylemişlerdir.

Nite vd. (2014) yaptıkları çalışmalarında lise öğrencilerine yönelik yapılan STEM kampının öğrencilerin STEM algılarına ve üniversitede STEM ile ilgili

alanlarda uzmanlaşma istekleri ve tercih etmelerine etkisini inlemeyi amaçlamışlardır. STEM kampı 31 lise öğrencisiyle iki hafta süre ile gerçekleştirilmiştir. Nitel durum çalışması yapılan araştırmada öğrencilere sorular sorularak bulgular elde edilmiştir. Araştırma sonucunda yaz kampına katılan öğrencilerin STEM ile ilgili algılarının olumlu gelişim gösterdiği görülmüştür. Öğrenciler STEM alanında uzmanlaşmak, kariyer yapmak istediklerini ve üniversitede bu alanda okumak istedikleri belirtmişlerdir.

Olivarez (2014) yaptığı çalışmasında STEM etkinliklerini kullanarak 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarısına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma grubunda 73 öğrenciyle STEM uygulamaları etkinlikler yapılırken diğer gruptaki 103 öğrenciye STEM dışı programdaki çalışmalar uygulanmıştır. Araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin yapıldığı gruptaki öğrencilerin matematik, fen ve okuma alanlarındaki akademik başarılarına olumlu etki ettiği görülmüştür.

Şahin vd. (2014) FeTeMM içerikli okul sonrası etkinliklerinin özelliklerini incelemek ve bu etkinliklerin öğrencilere etkilerini belirlemek amacıyla, Amerika Birleşik Devletleri'nin Güney Doğusundaki bir okuldaki gelen öğrenciler ile okul sonrası etkinliklerle çalışmışlardır. Durum çalışması şeklinde olan araştırmada etkinlikler ile ilgili öğrenciler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış, etkinlik boyunca öğrenciler gözlemlenmiş ve etkinlikler ile ilgili saha notları alınmıştır. Araştırmada sonucunda elde edilen veriler FeTeMM ile ilgili okul sonrasında yapılan etkinliklerin öğrencilerin FeTeMM alanlarına yönelik ilgilerini arttırdığı ve fen bilimleri ile mühendislik alanlarındaki meslekleri teşvik ettiğini ortaya koymuştur.

Yamak vd. (2014), yaptıkları çalışmada ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve fen alanına karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisini araştırmışlardır. Çalışma 2014 yılı yaz döneminde 20 öğrencinin katılımıyla yürütülmüştür. Çalışma sonucunda STEM etkinlikleri sayesinde öğrencilerin fen bilimlerine karşı tutumlarının pozitif yönde geliştiği kanısına varmışlardır.

Baran ve arkadaşları (2015) gerçekleştirdikleri “Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimleri” projesi ile STEM spotu geliştirme etkinliğinde beş gün süren 16 tane uygulama etkinliğine katılan 6. sınıf 40 öğrencinin internet bağlantılı bilgisayarlar ile verilen problem durumuna göre

mühendislik tasarım sürecini kullanmaları ve bir STEM spotu tasarlama istenmiştir. Etkinliğe katılan öğrencilere uygulanan değerlendirme formu ile öğrencilerin STEM algılarının ile proje hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Araştırmanın sonunda yapılan STEM etkinliğinin öğrencilerin teknoloji konusundaki bilgi ve becerilerini geliştirdiklerini ifade etmektedirler.

Ritz ve Fan (2015) yaptıkları çalışmalarında 20 akademisyen ile gerçekleştirdikleri anket çalışmasıyla STEM ile ilgili görüşleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda STEM eğitimi yaklaşımıyla ilgili ülkeler arasında farklılıklar görüldüğü ortaya çıkmıştır. Bazı ülkelerde iki farklı disiplin bütünleştirildiği, bazı ülkelerde disiplinlerarası bir yaklaşım olarak görüldüğü, bazı ülkelerde siyasi ve ekonomik açıdan STEM yaklaşımının önemsendiği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda bir çok ülkede STEM yaklaşımının tartışma konusu olduğu, müfredata entegre edilmesi konusunda belirlenmiş net bir fikrin olmadığı ortaya çıkmıştır.

Yıldırım ve Altun (2015) yaptıkları çalışmada STEM eğitimi yaklaşımı hakkında bilgiler verilmiş ve STEM'in derslere bütünleştirilmesi üzerinde durulmuştur. Diğer yandan, STEM eğitimi uygulamalarına yönelik 2013-2014 güz döneminde üniversite 3. sınıftaki fen bilgisi laboratuvar dersinde 83 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilen yarı-deneysel bir çalışma olarak yürütmüşlerdir. Uygulama sonunda, STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin başarılarını geliştirdiği sonucu olduğu ortaya çıkmıştır. STEM eğitimi ve mühendislik uygulamaları, normal sürecinde devam edilen laboratuvar derslerindeki kontrol grubuna göre öğrencilerin öğrenme düzeyini arttırmada daha olumlu etki ettiği görülmektedir.

Guzey vd. (2016) yaptıkları çalışmalarında mühendislik tasarım temelli öğretimin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerine etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma üç fen öğretmeni ve 275 yedinci sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleşmiştir. Çalışmalarında akademik başarı ve tutum değişkenlerini incelemişlerdir. STEM yaklaşımına dayalı gerçekleştirilen fen dersi öğretimi sonrasında matematik sınav başarı puanları ve tutum anketi sonucu incelenmiştir.

Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerine olumlu yönde etki ettiği görülmüştür.

Jang (2016) çalışmasında istihdam alanındaki önemli STEM yeterliliklerini ve bu yeterliliklerin uygulanmakta olan mevcut STEM eğitimi alanları ile uygunluğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada ABD Çalışma Bakanlığına ait işe özgü veri tabanındaki veriler kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara bakıldığında STEM istihdam alanındaki bireylerde alan bilgisi, problem çözme, üst düzey düşünme, dijital okuryazarlık, iletişim ve karar verme gibi 21. yüzyıl becerileri ön plana çıktığı görülmüştür. Araştırmada sonucunda 21. yüzyıl becerilerini içeren STEM yeterlilikleri açısından mevcut mühendislik ve STEM eğitimi çerçevelerinin yetersiz olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Öner ve Capraro (2016), T-STEM okullarındaki öğrencilerin başarılarının zaman içerisinde diğer okullara kıyasla daha yüksek olup olmadığının belirlenmesini amaçlamıştır. Bunun için Teksas’da bulunan T-STEM okullarının akademik başarıları diğer okullar ile karşılaştırılmıştır. T-STEM Okulları Model Tasarımı öğrencilerin fen ve matematik alanında başarılarını geliştirmek ve öğrencilerin STEM alanlarına ve kariyerlerine olan ilgilerini artırmak amacıyla düzenlenmiştir. Öğrencilerin her okul için ağırlıklı ortalamaları kullanılarak yapılan akademik başarı değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda ise T-STEM okulları ve karşılaştırma yapılan okullar zaman içerisinde aynı başarıyı göstermişlerdir.

Alan (2017) yaptığı çalışmada STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan uygulamaların öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, problem çözme becerilerine ve STEM öğretimi yönelim düzeylerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 62 kişiden oluşan fen bilgisi öğretmen adaylarının katılımı ile gerçekleştirdiği araştırma sonuçlarına göre STEM eğitiminin; öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ve problem çözme becerilerinin gelişmesinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Aslan-Tutak vd. (2017) yaptıkları çalışmada, STEM eğitimi yaklaşımına uygun hazırlanmış işbirlikli STEM eğitimi modülü tanıtılmakta ve modülün öğretmen adaylarının STEM eğitimi algılarına etkisi incelenmektedir. Üniversitenin son sınıfında okumakta olan 48 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Kimya ve matematik öğretmen adayları için modül geliştirilmiştir. Modülün uygulanması

öncesinde ve sonrasında öğretmen adayları STEM farkındalığı anketindeki açık uçlu soruları cevaplamışlardır. Araştırma sonucunda; yapılan uygulama tamamlandıktan sonra öğretmen adaylarının yaptıkları tanımlar STEM eğitiminin disiplinlerarası yapısını yansıtacak şekilde olmuştur.

Batı vd. (2017) çalışmalarında, Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi (BİD) ve STEAM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Sanat-Matematik) yaklaşımı hakkında bilgi vermişlerdir. Çalışmada STEM modelinin bir yaklaşım ve felsefeden uzak öğrenenler üzerinde mekanik olarak uygulandığını belirtmişlerdir. STEM modelinin eğitim felsefesi ve yaklaşımlarla bağdaştırılması gerektiği ve öğrencilerde geliştirmesi beklenen becerilere dayandırılması gerektiği ifade edilmiştir. STEM eğitime en uygun becerilerin BİD olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca STEM etkinliklerinde yaratıcılığın eksiklik olarak görüldüğü ve bu düşünden yola çıkılarak uzak doğu ülkelerinde STEM modeline sanat boyutu eklenmiştir. STEM modelinin sanat boyutuyla ele alınmasıyla ve BİD becerileriyle harmanlanmasıyla birlikte STEM modeli ve etkinliklerinin faydaları ve getirilerinin artacağı ifade edilmiştir.

Christensen ve Kzenek (2017) çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin STEM algıları ve tutumlarının STEM alanı kariyer kariyer hedefleri arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada gerçek yaşam sorunlarını içeren STEM uygulamaları ile 800 öğrencinin katılımıyla veriler elde edilmiştir. Yapılan anketler sonrasında ortaokul öğrencilerinin yarısına yakın bir bölümü(%46,6) STEM alanında kariyer yapmak isteğini belirtmiştir. STEM yaklaşımına olan ilginin STEM kariyeri yapma isteği üzerine etkisinin olumlu olduğu görülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen bir diğer bulguda ortaokulda erkek öğrencilerin genel olarak STEM alanında kariyer yapma isteğinin daha fazla olduğudur.

English, King ve Smeed (2017) yaptıkları çalışmada bir problemin altıncı sınıf öğrencileri tarafından entegre STEM ile birlikte mühendislik tabanlı tasarım yapılarak çözülmesini incelemişlerdir. Çalışma 136 öğrencinin katılımı ile 3 yıllık sürede gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin süreçte mühendislik temelli STEM bilgilerini kullanarak depreme dayanıklı olan bir bina tasarımları ve inşa etmeleri istenmiştir. Çalışma süreci boyunca öğrencilerin çizim yapma, problem çözme, planlama becerilerinin gelişim gösterdiği; dayanıklılık, kararlılık, sertlik gibi mühendislik teknik

bilgilerini öğrendiği; zorluklar ve kısıtlamalar ile baş ederek yeniden tasarım yaptıkları görülmüştür.

Gülhan ve Şahin (2017) araştırmalarında, STEM eğitiminin 5. sınıf öğrencilerinin fen konularındaki kavramsal anlamalarına ve ayrıca öğrencilerin STEM alanlarındaki mesleklerle ilgili görüşlerine etkisini incelemişlerdir. Bir ortaokulda öğrenim gören 55 beşinci sınıf öğrencilerine “Kavramsal anlama soruları”, “‘Mühendis kimdir?’ sorusuna ait çizimler” ve “Öğrencilerin meslek tercihleri ile ilgili sorular” adlı veri toplama araçları kullanmıştır. Araştırmada STEM entegrasyonunun öğrencilerin fen alanındaki kavramsal anlamalarını arttırdığı, mühendislik algılarını geliştirdiği ve STEM alanı mesleklerine karşı ilgilerini genel olarak arttırdığı sonucuna varmışlardır. Öğrenciler mühendislik uygulamalarına dayalı STEM eğitiminin fen eğitimi için de faydalı olduğunu ve uygulanabilirliğini arttırdığını ifade etmişlerdir. Kız öğrencilerin yaptıkları çizimlerde kadın mühendis çizimleri mühendisliğin erkekler ile özdeşleştirmenin yanlış olduğunu anlamalarını ve kendilerini mühendislikle özdeşleştirdikleri şeklinde yorumlanmıştır. Bu çalışmada öğretmenlere derslerde disiplinler arası bağlantılar kurması; ödevlerinde tasarım, proje, grup çalışması, modeller daha çok kullanılması ve derslerdeki etkinliklere mesleklerle ilgili bilgiler verilmesi konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Parlakay (2017) yaptığı çalışmasında Fen Teknoloji Mühendislik Matematik(FeTeMM) uygulamalarının 5. Sınıf öğrencilerinin sorgulayıcı öğrenmelerine, motivasyonlarına ve ‘Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım’ konusundaki akademik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışma aynı okulda bulunan farklı iki şubelerdeki 5. Sınıf öğrencileri ile 4 haftada gerçekleştirilmiştir. Şubelerden biri deney, diğeri ise kontrol grubu olarak rastgele belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından geliştirilen etkinlikler çalışmada uygulanmıştır. Deney grubuna ‘Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım’ konusu FeTeMM uygulamalarıyla, kontrol grubunda ise mevcut olan programa göre işlenmiştir. Araştırmanın sonucunda, FeTeMM (STEM) uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları ve sorgulayıcı öğrenme becerileri ve araştırma ve işbirliği yapma üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Pekbay (2017) yaptığı araştırmada STEM etkinliklerinin, ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerine etkisini ve öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerine olan etkisini incelemiştir. Öğrencilerin STEM uygulanan etkinlikler ve süreç ile ilgili görüşleri de alınmıştır. Araştırmada bir ortaokulda 7. sınıfta bulunan 71 öğrenci ile Seçmeli Bilim Uygulamaları dersinde çalışılmıştır. Araştırmanın sonunda FeTeMM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerini geliştirdiğini, öğrencilerin FeTeMM alanına yönelik ilgilerinde ve görüşlerinde olumlu gelişim olduğunu söylemiştir. Öğrenciler, etkinliklerin eğlenceli olması, grup çalışması olması ve etkinlikte fen kavramlarını öğreniyor olmaları gibi olumlu görüşler belirtmişlerdir. Öğrenciler etkinliğin olumsuz yönleri olarak bazı malzemeden kaynaklı sebepleri ve grup içinde yaşanan anlaşmazlık belirtilmiştir. Araştırmada ortaya çıkan bir diğer sonuçta FeTeMM etkinliklerinin öğrencilerin günlük yaşama dayalı problem çözme becerilerinin, yaratıcı düşünme ve iletişim becerilerinin gelişmesinde olumlu etkisi olduğudur.

Yıldırım ve Selvi (2017) çalışmalarında STEM uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına, fene yönelik motivasyonlarına, STEM'e karşı tutumlarına ve bilginin kalıcılığına olan etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Bir ortaokulda, 7. sınıfta öğrenim gören üç şubedeki toplam 78 öğrenci araştırmaya katılmıştır. Yapılan çalışma sonunda, hem STEM uygulamalarının hem de tam öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları, fene yönelik motivasyonları ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerinde olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. STEM uygulamaları ile tam öğrenmenin birlikte kullanılmasının, STEM uygulamalarının tek başına kullanılmasına oranla öğrencilerin akademik başarısını arttırmada daha etkili olduğunu ifade edilmiştir.

Çiftçi (2018) çalışmasında STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin STEM meslek farkındalığına, bilimsel yaratıcılıklarına etkisi ve STEM disiplinlerini anlamalarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 56 öğrencinin katılımı ile gerçekleşen çalışmada araştırmacı tarafından geliştirilen 6 STEM etkinliğini 11 hafta süreyle uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda 7. Sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleriyle STEM disiplinlerinin arasındaki ilişkiyi anlamalarının ve bilimsel yaratıcılıklarının

geliştiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin STEM mesleklerine olan ilgisi STEM meslekleri ilgili görüşlerini, bilgi ve becerilerini olumlu yönde geliştirmiştir.

Doğanay (2018) araştırmasında, 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve fene yönelik tutumlarına STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının etkisini incelemiştir. Araştırma, Kastamonu’da iki farklı okulda 7. sınıfta bulunan toplam 40 öğrenci katılım sağlamıştır. Söz konusu uygulamalar toplam 10 hafta sürmüştür. Araştırma sonucunda probleme dayalı STEM eğitiminin ve STEM ile gerçekleştirilen bilim fuarlarının ve öğrencilerin akademik başarıları arttırdığı belirtilmiştir. Ayrıca STEM etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarları, öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarını olumlu yönde arttırmıştır.

Gazibeyoğlu (2018) çalışmasında, 7. sınıf “Kuvvet ve Enerji” ünitesinin öğretiminde STEM uygulamalarını kullanmanın öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı olan tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma bir ortaokulda öğrenim gören 52 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Ön-test ve son-test kontrol gruplu yarı deneysel model kullanılan çalışmada ayrıca deney grubu öğrencilerinin, STEM uygulamaları ile tasarlanan öğretimle ilgili görüşlerini belirlenmek için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda STEM uygulamalarıyla işlenen derslerin eğlenceli ve aktif geçtiği, uygulamaların derse olan ilgiyi ve motivasyonu arttırdığı ve konuların daha iyi anlaşıldığı ve konu ile ilgili kavramların somut olarak öğrenildiği sonuçlarına ulaşılmıştır. STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, süreç içerisinde öğrencilerin zamanı ve malzemeyi dikkatli kullanamadıkları için yetiştirme sorunu yaşadıklarına yönelik olumsuz görüşler de yer almaktadır.

Karcı (2018) yaptığı çalışmasında senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımı kullanarak yaptığı STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına, STEM meslek ilgilerine ve fen öğrenme motivasyonlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 5. Sınıfa devam eden 50 öğrenci ile Elektrik konusunda gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda dersler senaryo tabanlı STEM etkinlikleri ile işlenirken, kontrol grubunda yapılandırmacı yaklaşım ile dersler yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda

senaryo tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı görülmüştür.

Aydın ve Karşlı (2019) yaptığı çalışmalarında "Karışımların Ayırıştırılması" konusu için geliştirilen mühendislik tasarım süreci temelli STEM etkinlikleri hakkındaki öğrencilerin görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma 7. sınıfa devam eden 13 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrenciler tarafından eğlenceli bulunduğu, derse ilgiyi arttırdığı ortaya çıkmıştır. Yapılan görüşmeler sonunda STEM etkinliğinin öğrencilerin iş birliği, eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık gibi 21.yüzyıl becerilerini geliştirdiği belirlenmiştir.

Babacanoğlu (2019) yaptığı çalışmada STEM uygulamalarının, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin fene yönelik sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarını ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Özel bir okulun 7. sınıfında öğrenim gören iki şubedeki toplam 43 öğrenci ile ön test- son test kontrol gruplu deneysel çalışma olarak çalışma gerçekleştirilmiştir. 7. sınıf fen bilimleri dersinde "Elektrik Enerjisi" ünitesi için hem deney hem de kontrol grubuna ders planı hazırlanmış ve 8 hafta süreyle uygulanmıştır. Deney grubunda öğretim programında bulunan deneyler STEM yaklaşımıyla uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise mevcut öğretim programındaki yöntemler uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını, derse karşı olan ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığı ve öğrencilerin sorgulama becerilerinin geliştiği görülmüştür.

Biçer (2019) yaptığı çalışmada STEM yaklaşımına dayalı gerçekleştirilen öğretimin 5. sınıf elektrik devre elemanları konusunda özel öğrenme güçlüğü bulunan öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Uygulanan STEM yaklaşımına dayalı öğretim özel öğrenme güçlüğü tanısı olan öğrencilere yönelik geliştirilmiş ve uygulama destek eğitim odalarında gerçekleşmiştir. Çalışma 2017-2018 eğitim öğretim yılında bir devlet okulunda 5. sınıfa okuyan 3 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımına göre planlanan öğretimin 5. sınıf elektrik devre elemanları konusunda

özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere yönelik fen öğretiminde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Chapoo (2019) yaptığı çalışmasında sorgulamaya dayalı tasarım temelli STEM etkinlikleri ile gerçekleşen öğretimin öğrencilerin 21.yüzyıl becerileri üzerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışma 34 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen verilere bakıldığında sorgulamaya dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin dijital okuryazarlık, problem çözme, yaratıcılık, etkili iletişim gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine olumlu etki ettiği görülmüştür. Bu çalışmada öğrencilerin proje çalışmalarıyla gerçek yaşam problemlerini çözmeyi öğrenerek 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi sağlayabilecekleri görülmüştür.

Gündoğdu (2019) yaptığı çalışmasında STEM yaklaşımına dayalı öğretimin ortaokul 8.sınıfta “Yaşamımızdaki Elektrik” konusunda öğrencilerin akademik başarılarına, STEM meslekleri ilgilerine ve mühendislik imajına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma 8. sınıfta bulunan toplam 59 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, STEM eğitimi yaklaşımının entegre edildiği yapılandırmacı yaklaşıma göre geliştirilmiş öğretim tasarımı çalışma yaprakları deney grubunda bulunan öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen öğretim tasarımının 8. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını arttırdığı ortaya çıkmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin STEM öğretimi uygulamaları ile teknolojiye olan ilgilerinin arttığı görülmekle birlikte mühendislik mesleğine yönelik nitelikli anlayışlar geliştirdikleri görülmüştür.

Kapan (2019) çalışmasında, STEM uygulamalarının 7. sınıf fen bilimleri dersi elektrik konusunda öğrencilerin akademik başarılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı öğretim sürecinde “Elektrik Devreleri” ünitesiyle ilgili STEM eğitim yaklaşımına göre on dört etkinlik içeren ders planı hazırlanmıştır. Nicel araştırma yaklaşımı olan tek gruplu ön test-son test zayıf deneysel desenin kullanıldığı çalışma bir devlet okulunda 2018-2019 eğitim-öğretim yılında 7. sınıfta okuyan toplam 50 öğrencinin katılımı ile gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda STEM uygulamalarının

öğrencilerin akademik başarılarını ve bilimsel süreç becerilerini arttırdığı ve fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına olumlu yönde katkı sağladığı ortaya çıkmıştır.

Şık (2019) yaptığı çalışmada STEM anlayışı ile hazırlanan ‘Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması’ konusunun, 7. sınıf öğrencilerine bilişsel etkilerini ve STEM anlayışları üzerindeki duyuşsal etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yarı deneysel desenin kullanıldığı çalışma 7.sınıfa giden 55 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda STEM eğitimi anlayışı ile hazırlanmış öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını artırdığı, bilimin doğası anlayışları üzerine ise olumlu yönde etkisinin olduğu, STEM kariyer algılarında olumlu etkisinin olduğu, öğrencilerin STEM disiplinlerine yönelik algı ve tutumlarının geliştiği görülmüştür.

Dedetürk vd. (2020) yaptıkları çalışmalarında STEM yaklaşımına dayalı yapılan etkinliklerin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin ses konusundaki başarıları üzerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada kontrol grubu öğrencilerine mevcut fen bilimleri öğretim programı, deney grubuna ise mühendislik tasarım süreci temelli STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımına dayalı yapılan etkinliklerin öğrencilerin başarılarını arttırmada etkili olduğu tespit edilmiştir.

Fajrina, Lufri ve Ahda (2020) yaptıkları çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının kapsamlı incelemesi yapılarak öğrencilerin 21. yüzyıl "Dört C" becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. STEM yaklaşımı öğrencilerin günlük yaşamda kullanabilecekleri takım çalışması, araştırma yapma, düşünme ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirir. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımının 21. yüzyıl becerilerinden "Dört C" olarak isimlendirilen yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim kurma ve iş birliği yapma becerilerini geliştiren bütünleştiren bir eğitim yaklaşımı olduğu sonucuna varılmıştır.

İzgi (2020), yaptığı çalışmada, 7. sınıf Fen Bilimleri dersinde “Elektrik Enerjisinin Dönüşümü” konusunda hazırlanan 5E modeli ile temellendirilmiş STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin akademik başarıları ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. 2018-2019 eğitim-öğretim yılında 7. sınıfta okuyan toplam 50 öğrencinin katılımı ile gerçekleşen çalışmada veriler nitel ve nicel

yöntemlerle toplanmıştır. Deney grubuna 5E modeli ile temelli STEM yaklaşımına göre hazırlanan ders planlarıyla, kontrol grubuna ise var olan öğretim programında yer alan yöntemlere göre dersler yapılmıştır. Çalışma sonucunda 5E modeli ile temellendirilmiş STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve bilimsel süreç becerilerini geliştirdiği sonucu ortaya çıkmıştır. STEM yaklaşımı uygulamalarının yer aldığı grupta bulunan öğrenciler derslerde keyifle öğrendiklerini ve derse olan ilgilerinin arttığını ifade etmişlerdir. STEM uygulamalarının diğer derslerde de olmasını istediklerini söylemişlerdir.

Atabey ve Topçu (2021) yaptıkları çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerileri ve STEM kariyer algıları arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamışlardır. İlişkisel tarama modelinin kullanılarak 282 ortaokul öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada veriler 21. yüzyıl beceri anketi ve STEM kariyer ilgi anketi ile toplanmıştır. Araştırmada sonucunda elde edilen bulgular 21. yüzyıl becerileriyle öğrencilerin STEM kariyer algıları arasında anlamlı ilişkinin olduğu göstermiştir.

Bölükbaşı ve Arı (2021) yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgi ve düşünme yeteneklerini geliştirmesi bakımından fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri incelemişlerdir. Çalışma farklı şehirlerde bulunan farklı devlet ve özel okullarındaki 22 fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri alınarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımının öğrencilerin fene karşı ilgileri ve düşünce becerileri üzerine olumlu etki ettiği ortaya çıkmıştır. STEM etkinliklerinin problem çözme, iletişim becerileri, yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi becerileri geliştirebileceği, STEM ile öğrenilenlerin transfer edebilmeyi öğrendiklerini ve motivasyonlarının arttığı görüşü öğretmenler tarafından belirtilmiştir.

Keteci (2021) yaptığı çalışmada yapılandırmacı yaklaşım temelli hazırlanan STEM ders planları ile uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 2020-2021 eğitim öğretim yılında özel bir okulda 39 öğrenci ile 8 hafta boyunca 5 farklı konuda ve 5.sınıf kazanımlarına uygun STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda STEM etkinlikleri ile gerçekleştirilen

öğretimin öğrencilerin fenle ilgili kavramları öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı görülmüştür. Araştırma sonucunda yapılandırmacılık temelli STEM uygulamalarının öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermede olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. STEM uygulamaları ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç ve problem çözebilme becerilerini geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Nacaroğlu ve Kızıkan (2021) yaptıkları çalışmada özel yetenekli öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olma seviyelerini incelemeyi amaçlamışlardır. Araştırma bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde okuyan 147 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda çalışmaya katılan öğrencilerin STEM'e karşı olumlu tutumlarının olduğu ve 21. yüzyıl beceri düzeylerinin yüksek olduğu görülmüştür. STEM'e olan tutumlarıyla 21. yüzyıl beceri düzeyleri arasında ilişki bulunamamıştır.

Şanlı ve Somuncuoğlu Özerbaş (2021) yaptıkları çalışmada, ortaokulda STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumlarına ve fen öğrenmeye olan motivasyonları etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma özel bir ortaokulda okuyan 70 öğrenci ile deneysel bir desen ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara bakıldığında sonucunda STEM etkinlikleri ile öğrencilerin STEM alanlarına olan tutumlarında genel bir değişim olmazken, STEM etkinliklerine katılma, araştırma ve fene karşı motivasyonlarında artış olduğu görülmüştür. Diğer sonuç ise iş birliği, iletişim ve performans motivasyonlarında anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Ekmekçi (2022) yaptığı çalışmasında 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinde 5E öğrenme modeline göre hazırlanmış STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin öğrencilerin bu konudaki kavramsal anlamalarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma bir devlet okulunda 2019-2020 eğitim-öğretim yılında 7. sınıfta okuyan 22 deney grubu ve 21 kontrol grubu olmak üzere toplam 43 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada veriler nitel ve nicel yöntemlerle toplanmıştır. Araştırma sonucunda bulgular incelendiğinde öğrencilerin genelinde mevcut kavram yanlışlarını giderdikleri belirlenmiştir. 5E öğrenme modeline göre hazırlanmış STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin genel anlamda öğrencilerde var olan kavram yanlışlarını azalttığı görülmüştür.

Laçin Şimşek ve Soysal (2022), yaptıkları çalışmada deprem konusunda mühendislik tasarımına dayalı STEM uygulamalarının öğrencilerin konuyu anlamalarına, fen öğrenmeye karşı motivasyonlarına, STEM tutumlarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma deprem riski olan Sakarya şehrindeki bir devlet okulunda okuyan 8. sınıf 36 öğrencinin katılımı ile 7 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresinde mühendislik tasarım süreci ile geliştirilen 7 modülden oluşan STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırma sonucunda STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM'e karşı tutumlarında, akademik başarılarında, fen öğrenme motivasyonlarına ve 21. yüzyıl becerilerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Dikici (2023) yaptığı çalışmasında ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersindeki DNA ve genetik kod ünitesine yönelik uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma 2022-2023 eğitim-öğretim yılında bir devlet ortaokulunda 8. sınıfta bulunan 30 deney grubu ve 28 kontrol grubu olmak üzere toplam 58 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda STEM etkinliklerinin DNA ve genetik kod konusunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeyini arttırdığı ortaya çıkmıştır.

Kocataş (2023) yaptığı çalışmasında 7. sınıf fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinin Astronomi konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda STEM etkinlikleri ile yapılan öğretimin sonunda öğrencilerin akademik başarılarını, öğrencilerin Astronomi'ye ve STEM'e karşı tutumlarını da incelemiştir. Çalışma Doğu Anadolu Bölgesi'nde aynı köy yerleşkesinde bulunan iki farklı okulda bulunan iki 7.sınıfta okuyan 37 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucundaki bulgulara göre STEM etkinlikleri ile yapılan öğretimin sonunda öğrencilerin STEM'e olan tutumu ve Astronomi'ye olan tutumunun olumlu yönde geliştiği görülmektedir. STEM etkinliklerinin öğrencilerin kavram yanlışısına düşme oranını azaldığı ve kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Metin vd. (2023) yaptıkları çalışmada 21. yy. becerilerine dair STEM ile ilgili eğitim almış olan fen bilimleri öğretmenlerinin görüşlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma 4 kadın, 2 erkek olmak üzere toplamda 6 fen bilimleri

öğretmeni ile bir haftalık süre boyunca görüşmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin çoğu STEM'i bir yöntem olarak ifade ettikleri, 21. yüzyıl becerilerini ile teknoloji okuryazarlığını ilişkilendirdikleri görülmüştür. STEM uygulamaları ile 21. yüzyıl becerilerinin kalıcı olarak kazandırılabilceğini belirtmişlerdir. STEM'in problem çözme, eleştirel düşünme ve girişimcilik gibi 21.yy becerilerini geliştirdiği ve 21. yüzyıl becerilerinin STEM ile ilişkili olduğu öğretmenler tarafından belirtilmiştir.

Sayıcı (2023) yaptığı çalışmasında ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde kullanılan STEM yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Öğrencilerin STEM yaklaşımına yönelik görüşlerini de belirlenmiştir. Çalışma bir devlet okulunda dördüncü sınıfında okuyan 49 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Aydınlatma ve Ses Teknolojileri ve Basit Elektrik Devreleri konularının öğretiminde deney grubunda STEM yaklaşımı kullanıldığı 11 haftalık uygulama süreci sonunda veriler toplanmıştır. Araştırma sonucunda STEM yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. STEM yaklaşımı uygulamaların yapıldığı deney grubunda öğrencilerinin araştırma raporu yazma becerilerinin geliştiği görülmüştür. Öğrencilerin STEM yaklaşımına yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir.

Şimşek ve Hamzaoğlu (2023) yaptıkları çalışmalarında bağlam temelli öğrenme yöntemi olan "REACT stratejisi ile STEM eğitimi entegrasyonunun, bilimsel okuryazarlık ve STEM'e karşı motivasyonlarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma 7. sınıfa giden 82 öğrenci ile yarı deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan sonucunda bağlam temelli REACT stratejisine dayanan STEM etkinliklerinin bilimsel okuryazarlığa ve STEM motivasyonuna olumlu etki ettiği görülmüştür.

Akkuş ve Okur Akçay (2024) tarafından yapılan araştırmanın amacı, STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak hazırlanan uygulamaların, sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisini belirlemektir. Araştırmanın örneklemini, Doğu Anadolu'da bir üniversitede Sınıf Eğitimi Bölümü ikinci sınıfta öğrenim gören toplam 63 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Bir grupta STEM eğitimi yaklaşımına uygun ders işlenirken (n=30), diğer grupta tümdengelim laboratuvar

yaklaşımına (n=33) göre ders işlenmiştir. Bu araştırma, nicel araştırma yaklaşımlarından olan ön test-son test deney grublu yarı deneysel desen modelindedir. Araştırmada, Savaş (2011) tarafından Türkçeye uyarlanmış olan Bilimsel Süreç Beceri Testi kullanılmıştır. Toplam 30 sorudan oluşan testte yer alan sorular; değişkenleri belirleme, hipotez kurma, işlevsel tanımlama, tablo ve grafikleri okuma-yorumlama ve deney tasarlama becerilerinden oluşmaktadır. Araştırma sonucuna göre STEM eğitimi yaklaşımının tümdengelim laboratuvar yaklaşımına göre bilimsel süreç becerileri artırdığı görülmektedir.

Akkuş ve Okur Akçay (2024) tarafından yapılan araştırmanın amacı, STEM eğitimi yaklaşımına yönelik sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini belirlemektir. Bu amaçla sınıf öğretmeni adaylarına yönelik hazırlanan toplam beş STEM modülü beş hafta süresince öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Uygulamadan önce ve uygulamadan sonra gönüllü 17 sınıf öğretmeni adayı ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. 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. Araştırma sonucunda elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili olumlu görüş bildirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Akkuş ve Okur Akçay (2024) tarafından yapılan araştırmanın amacı, Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersinde STEM etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının akademik başarılarına ve bilgilerinin kalıcılığına etkisini belirlemektir. Araştırmanın örneklemini 2018-2019 eğitim öğretim yılında Eğitim Fakültesi 2. sınıfın birinci ve ikinci gruplarında öğrenim gören 63 sınıf öğretmeni adayı oluşturmaktadır. Deney grubunda yer alan sınıf öğretmeni adayları STEM eğitimi yaklaşımına göre (n=30) eğitim görürken, kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeni adayları ise tümdengelimli laboratuvar yaklaşımına göre (n=33) eğitim görmüşlerdir. Gruplar rastgele seçilerek belirlenmiştir. Bu araştırma nicel araştırma yaklaşımlarından biri olan ön test-son test kontrol grublu yarı deneysel tasarım modelindedir. Araştırmada akademik başarı testi kullanılmıştır. Veri analizinde SPSS

programını kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre STEM eğitimi yaklaşımının tümdengelimli laboratuvar yaklaşımına göre akademik başarıyı artırdığı ve kalıcılık sağladığı görülmektedir.

Akkuş ve Okur Akçay (2025) tarafından yapılan araştırmada, mühendislik temelli STEM eğitimi etkinliğinin hazırlanması ve sınıf  ğretmeni adaylarına uygulanma sürecinin adım adım sunulması amaçlanmaktadır. Mühendislik temelli STEM eğitimi etkinlik konusu belirlenirken Fen Bilimleri Dersi  ğretim Programı incelenmiştir. 3. ve 4. sınıf seviyesinde yer alan “ evremizdeki Işık ve Sesler” ile “Aydınlatma ve Ses Teknolojileri”  niteleri g z önünde bulundurularak araştırmacılar tarafından sınıf  ğretmeni adaylarına mühendislik temelli STEM etkinliği olarak “Aynalarla Aydınlatmalı Oda Tasarımı” etkinliğinin sunulmasına karar verilmiştir. Etkinlik hazırlanırken Moore ve arkadaşlarına ait mühendislik tasarım sürecinden yararlanılmıştır. Hazırlanan etkinlik Doğu Anadolu’da bir devlet  niversitesinin eğitim fakültesi sınıf eğitimi ana bilim dalında öğrenim gören toplam 30  ğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama süreci toplam olarak 8 ders saati sürmüştür. Araştırma sonucunda sınıf  ğretmeni adayları gerçek hayatta karşılaşabilecekleri bir problem olan aydınlanma sorununu çözebilmek amacıyla mühendislik tasarım sürecinden yararlanmış ve bu konuda deneyim fırsatı bulmuşlardır.

Yapılan alanyazın araştırmasında özetle STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili ulusal ve uluslararası alandaki çalışmalarda STEM etkinliklerinin öğrencilerin başarıları üzerine etkilerinin incelendiği fazla sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Biçer, 2019; Dedetürk vd., 2020; Doğanay, 2018; Gazibeyoğlu, 2018; Guzey vd., 2016; Gündoğdu, 2019;  zgi, 2020; Judson ve Sawada, 2000; Karcı, 2018; Kapan, 2019; Laçın Şimşek ve Soysal, 2022; Olivarez, 2014;  ner ve Capraro, 2016; Parlakay, 2017; Riskowski vd., 2009; Yıldırım ve Altun, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017). Bununla birlikte STEM etkinliklerinin problem çözme becerileri, bilimsel süreç becerileri, karar verme becerileri, girişimcilik, iletişim, işbirliği gibi 21.yy. becerileri üzerine araştırmalarının yoğunlaştığı görülmektedir (Alan, 2017; Aydın ve Karslı, 2019; Atabey ve Topçu, 2021; Bozkurt, 2014; Bölükbaşı ve Arı, 2021; Chapoo, 2019; Dewaters ve Powers, 2006; Fajrina, Lufri ve Ahda, 2020;  zgi, 2020; Kapan, 2019; Keteci, 2021; Laçın Şimşek ve Soysal, 2022; Nacar ğlu ve Kızkapan, 2021; Metin vd.,

2023; Pekbay, 2017; Sayıcı, 2023). Yine yapılan araştırmalarda STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine etkisinin incelendiği sınırlı çalışma bulunmaktadır (Büyükdede, 2018; Cotabish vd., 2016; Dikici, 2023; Ekmekçi, 2022; Ertam, 2023; Gülhan ve şahin, 2017; Keteci, 2021; Kırıcı, 2019; Oflaz, 2019; Robinson vd., 2014; Sayıcı, 2023; Schnittka ve Bell, 2011; şentürk, 2017). STEM etkinliklerinin kavram yanılığlarının giderilmesine doğrudan etkisini inceleyen çok sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Kocataş, 2023). Öğrencilerde etkili öğrenme ortamlarının oluşabilmesi için öğrencilerin sahip oldukları kavramsal durumun belirlenmesi önemlidir (Ekmekçi, 2022). Alanyazında STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin elektrik konusunda yapıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Babacanoğlu, 2019; Biçer, 2019; Gündoğdu, 2019; İzgi, 2020; Kapan, 2019; Karıcı, 2018; Sayıcı, 2023). Ancak elektrik konusunda kavram yanılığlarının belirlenmesine ve bu kavram yanılığlarının giderilmesine yönelik STEM eğitimi yaklaşımının etkilerinin araştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın bu yönüyle alanyazına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin günümüz bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde olumlu etkisi olduğu alanyazın araştırması ile ortaya konulmuştur. Bu kapsamda STEM eğitimini başta fen ğretim programı olmak üzere içerdiği disiplinlerin programı içerisine entegre edilmelidir. Bu süreç gerçekleştirilirken gerekli hazırbulunuşluluk çalışmaları yapılmalı, fiziksel alt yapı ve donanım sağlanmalı, ğretmen veya uygulayıcı eğitimi gerçekleştirilmeli, planlamaların ve materyallerin uygun olarak hazırlanması gerekmektedir.

#### **2.4. Mühendislik Tasarım Süreci**

Mühendislik tasarım süreci; gerçek hayat problemlerinin çözüldüğü fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin uygulandığı tekrarlı ve sistematik bir karar verme sürecidir (ABET, 2008). Mühendislik tasarım süreci; yeni bilgiler öğrenme ve ürün tasarlama olarak ifade edilse de, mühendislik ürün tasarlamayla birlikte günlük hayatta karşılaşılan sorunların etkili bir şekilde çözüme kavuşturulmasıdır (Marulcu ve Sungur, 2012). Problemlerin çözümünde belirli sistematik süreçler kullanılır ve bu süreç mühendislik tasarım süreci olarak ifade edilir. Alanyazında karşımıza çıkan mühendislik tasarım süreçlerinin hepsi disiplinleri

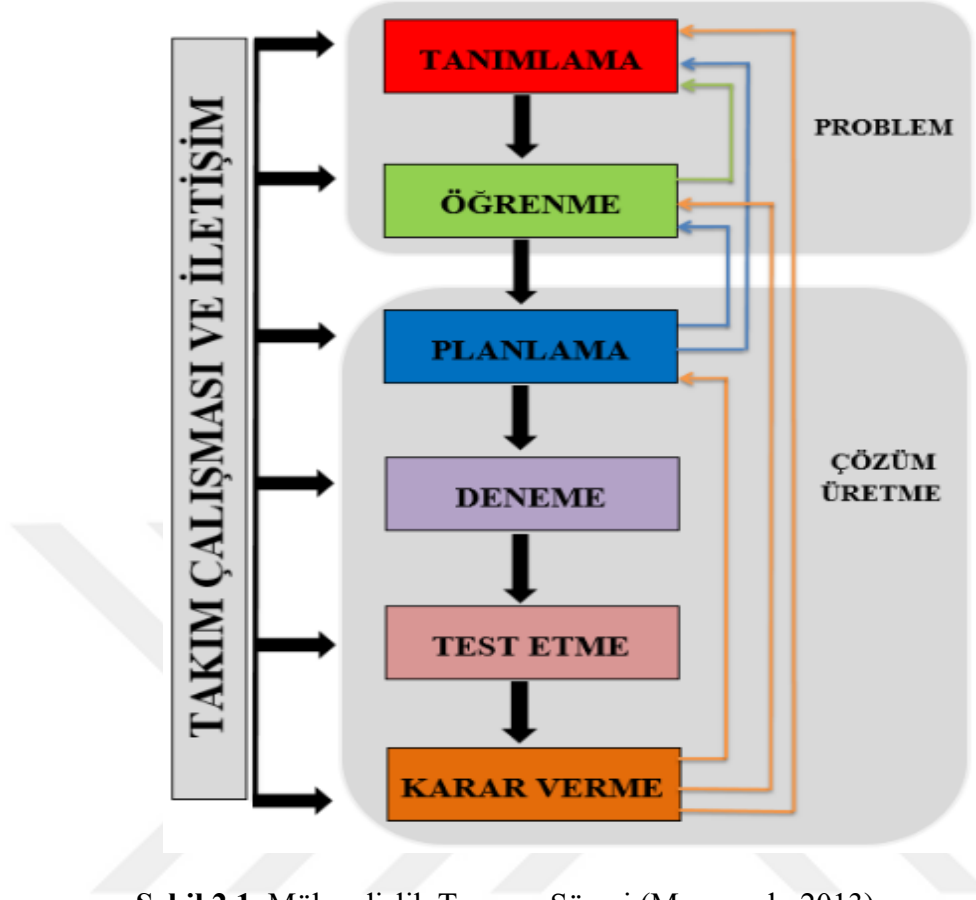
bütünleştirerek öğrenenlere problem çözme süreci sunmayı amaçlamaktadır (Akarsu, vd., 2020). Mühendislik tasarım süreci, genel olarak bir problemin tanımlanması ve problemin çözülmesi süreçlerini içermektedir (NRC, 2009).

STEM eğitimi yaklaşımının yaygınlaşmasıyla birlikte mühendislik tasarım süreci de önem kazanmıştır (Akkuş Çiftçi, 2021). STEM'in ortaya çıktığı ABD'de STEM eğitim yaklaşımıyla birlikte genel olarak kullanılan teorik çerçeve Mühendislik Tasarım Sürecidir (Atman, vd., 2007). STEM eğitimi yaklaşımının geleneksel yöntemlere göre farkı, mühendislik ve tasarım süreci üzerinde durmayı gerektirmesidir (Jolly, 2014). MTS sürecinin kullanılmanın fen eğitiminde kalıcılığı sağlama, bilimsel süreç becerilerini geliştirme, akademik başarıları ve karar verme becerilerini artırma gibi faydalarının olduğu görülmektedir (Gencer, 2015; Yıldırım ve Selvi, 2017).

STEM eğitimi yaklaşımında mühendislik sürecinin uygulanmasının öğrencilere; problem durumuna uygun muhakeme yapmayı, karmaşık bir yapıyı oluşturan bir bütünün parçalarına yönelik argüman oluşturmaya, farklı görüşleri ve düşünceleri analiz etmeyi, argümanlar arasında bağlantı kurmayı, bilgileri yorumlamayı ve sonuç çıkarmayı kazandırır (Okur Akçay, 2022).

Bu çalışmada, Moore ve arkadaşları (2013) tarafından geliştirilen mühendislik tasarım süreci kullanılmıştır. Bu mühendislik tasarım süreci tanımlama, öğrenme, plan, deneme, test etme ve karar verme olmak üzere altı basamaktan oluşmaktadır. Bu çalışmada 6. sınıf Elektrik konusunda mühendislik tasarım süreci temelli geliştirilen STEM eğitimi modülü kullanılmıştır.

## MÜHENDİSLİK TASARIM SÜREÇLERİ



Şekil 2.1. Mühendislik Tasarım Süreci (Moore vd., 2013)

**Tanımlama:** Mühendislik tasarım sürecinin ilk basamağıdır. Bu aşamada problemin tanımlanması gerekmektedir. Öğrencilere gerçek hayat problemini içeren senaryo verilir. Senaryonun okunmasıyla gerçek hayat içerisinde problem durumu tanımlanır. Senaryolar öğrencilerin seviyelerine uygun, açık ve anlaşılır olmalıdır. Alanyazına göre problemin tanımlanması aşamasında görülen en büyük zorluk, problem durumunun öğrenciler tarafından açık ve net olarak anlaşılmamış olmasıdır (Atman vd., 2007; Moore vd., 2013; Yang, 2005). Senaryolarda gerçek hayat problemi istenen ölçütlerle ve kısıtlamalarla açıkça ortaya konulmalıdır. Bu basamakta senaryo verilip okunduktan sonra öğrencilerin problemi doğru bir şekilde tanımlanması oldukça önemlidir. Öğrencilerin problem durumunu doğru bir şekilde tanımlamaları öğrenme basamağı ile problemin çözümü için büyük öneme sahiptir (Jain ve Sobek, 2006). Öğrenciler tarafından açık ve doğru bir şekilde tanımlanmayan problemler, olası çözümlerin ortaya çıkmasını zorlaştırır ve engeller oluşturur (Brunsell, 2012;

Mangold ve Robinson, 2013). Sınıf içinde öğretmen problem durumu ile ilgili sorular sorar, öğrencilerden problem durumuna dair soruları alınır uygun bir şekilde cevaplandırılır. Öğrencilerin problem ile ilgili kendi hayatlarından bağlantılar kurarlar (Yılmaz Bilir 2021). Öğrencilerin sorulan sorular ile günlük hayatla ilişkilendirme sayesinde hem problemin çözümün önemi hem de öğrencilerin motive olması sağlanmalıdır. Öğrenciler bu basamakta problemi grup arkadaşları ile tartışmalı, analiz etmelidir. Kriter ve kısıtlamalar net bir şekilde belirlenmelidir. Tanımlama basamağında problemi, problemin çözümünün neden gerekli ve önemli olduğunu ve probleme dair kriter ve kısıtlamalarının ne olduğunu öğrenir (Moore, vd., 2014).

**Öğrenme:** Mühendislik tasarım sürecinde problemin tanımlanmasından sonra gelen ikinci basamaktır. Öğrencilerin problemin çözümü ve tasarımlarını yapabilmek için gerekli öğrenmeleri edindiği basamaktır. Mühendislik tasarım sürecinin niteliği için öğrenme basamağı en önemli basamaklarından biridir (Jain ve Sobek, 2006). Problemi çözmek ve tasarımı yapabilmek için gerekli olan fen ve matematik konuları öğrenciler tarafından bu aşamada öğrenilir. Bu basamakta, öğrencilerde öğrenmelerinin doğru bir şekilde gerçekleşmesi için problemin çözümüne yönelik fen ve matematik konuları ile kazanımlarının ve bunlara uygun STEM etkinliklerin çok iyi bir şekilde öğretmen tarafından belirlenmesi ve planlanması gerekmektedir. Öğrenciler grup arkadaşları ile işbirliği içinde tartışarak ve yaparak yaşayarak ilgili konu ve kazanımların keşfedilmesiyle öğrenmeyi gerçekleştireceklerdir. Öğrenciler fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik keşfettikleri öğrenmelerini gerçekleştirirken problemin çözümüne yönelik de fikirlerini oluştururlar. Öğretmen süreç içerisinde öğrencilere sorular sorarak dönütler almalı ve öğrenmelerin doğru gerçekleştiğinden emin olmalıdır. Öğrencilerin problemim çözümü için olan fikirleri de öğretmen tarafından sorgulanmalıdır.

**Planlama:** Öğrencilerin öğrenme basamağında öğrendikleri ile problemin çözümüne yönelik geliştirdikleri fikirlerini kullanarak yapmayı düşündükleri tasarıma yönelik bireysel olarak tasarım planı çizerler. Her öğrenci kendi hazırladığı tasarım planını grup arkadaşları ile paylaşarak kanıtlarıyla birlikte açıklar (Moore vd., 2014). Bütün öğrenciler kendi planlarını açıkladıktan sonra grup içerisinde planlar tartışılarak grupça ortak karar vererek bir tasarım planı oluşturulur. Bu aşamada grup üyelerinin

kendi aralarında fikir alış verişinde bulunmaları, fikirlerini paylaşmaları ve bunları tartışmaları ve ortak kararlar almaları oldukça önemlidir. Öğretmen tarafından her grupta ortaya çıkan hem bireysel planların hem de grupların oluşturdukları tasarım planının takip edilerek öğrencilerden kanıtlarıyla birlikte açıklamaları istenir. Öğretmen sorular sorarak problemin çözümüne yönelik oluşturulan planların ne işe yaradığını, tasarımın nasıl çalışacağını, hangi öğrenmelerin kullanıldığını, hangi aşamada ne olacağını ve ölçüt ve kısıtlamalara uygun olup olmadığı takip edilmelidir. Bu sayede öğrencilerin grupça oluşturdukları tasarım planlarının kanıtlarıyla açıklayarak paylaşımaları sağlanabilir.

**Deneme:** Bu basamakta öğrenciler grupça karar verdikleri tasarım planını birlikte denerler. Burada problem durumu ile ilgili derinlemesine düşünülerek aşama aşama nerede ne yapılacağı nedenleriyle açıkça belirlenir. Burada test etme ve karar verme yoktur. Bu basamakta deneme yapmanın amacı sadece öğrencilerin hazırladıkları planın ölçüt ve kısıtlamalara daha uygun getirilmesi ve planın avantaj ve dezavantajlarının görülmesidir (Akkuş Çiftçi, 2021). Öğrenciler bu basamakta hazırladıkları grup planı çerçevesinde kriter ve kısıtlamaları göz önüne alarak test amaçlı bir prototip geliştirirler (Moore vd., 2014).

**Test Etme:** Bu basamakta öğrenciler tarafından grupça hazırlanan tasarımlar test edilir. Tasarımın problemin çözümü için yeterli olup olmadığı, ölçüt ve kısıtlamalara uygun olup olmadığı bu aşama da belirlenir. Test etme aşamasında elde edilen veriler MND'ye yazılır. Elde edilen veriler grup içinde tartışılır ve tasarımın güçlü ve zayıf yönleri ortaya konmaya çalışılır.

**Karar Verme:** Bu basamakta, test etme basamağında elde edilen veriler değerlendirilerek tasarımın problemin çözümü için uygun olup olmadığı karar verilir. Son olarak grupça poster hazırlanarak tasarım ile ilgili sunum yapılır ve sınıf ile paylaşılır. Bu sunumda tasarımın çizimine, süreçte neler yapıldığına, elde edilen verilere ve verilen karar ile hangi sonuca ulaşıldığına yer verilir (Moore vd., 2014). Eğer hazırlanan tasarım problemin çözümü için uygun değilse yeniden tasarlama basamağına geçilir. Yeniden tasarlama aşaması problemin çözümü için yeni bir tasarım yapılması açısından önemlidir. Öğrenciler yeniden tasarlama aşamasında

problemin çözümü için eksik görülen basamağa geri dönerek tasarım oluşturma sürecini tekrarlayabilirler (Moore, vd., 2013).

## 2.5. Kavram Yanılgıları

Yeni bir şey öğrendiğimizde yeni bilgiyi anlamlandırmak için önceki bilgilerimizi kullanırız (Bransford, Brown, Cocking, 1999). Bununla birlikte, önceki bilgilerimiz yanlış olduğunda, yeni bilgileri yanlış yorumlama, yanlış anlama ve hatta göz ardı etme olasılığımız daha yüksektir. Yanlış ön bilgi veya yanlış anlamalar, yeni öğrenmenin önünde önemli bir engel olabilir. Kavram yanılgısı, en genel anlamıyla bilimsel olarak kabul edilmeyen ancak öğrencilerin kendince anlamlaştırdıkları kavramlardır (Moore, 1997). Kavram yanılgısı, öğrencilerin anlamakta zorlandıklarından, kavramları kendi anlayışlarına göre yorumlamalarından ve bilimsel kavramlara ilişkin görüşlerinin bilim insanlarının kabul ettiğinden farklı olmasından kaynaklanır. Kavram yanılgıları aynı zamanda kavramsal çerçeve, alternatif çerçeve, yanlış anlama ve çocuk tarafından üretilen bilim olarak da adlandırılmaktadır (Moore, 1997). Öğrenciler genellikle dersin başlangıcında ders içeriği hakkında hatalı veya yanlış inançlara sahiptir. Doğru bilgiler öğretildiğinde bile öğrenciler kavram yanılgılarına tutunabilirler. Birçok çalışmada, kavram yanılgılarının derslerde kullanılan öğretim yöntemine karşı bile dirençli olduğu ve değiştirilmesinin çok zor olduğu belirtilmektedir (Moore, 1997). Araştırmalar şunları göstermiştir:

-Kavram yanılgıları münferit olaylar değil, öğrenmenin normal sonuçlarıdır. Öğrenciler yanlış bilgilere maruz kalmaları, hatalı muhakeme yapmaları veya okudukları, duydukları veya gözlemledikleri materyalleri yanlış yorumlamaları sonucunda kavram yanılgıları oluşturabilirler (Lilienfeld, 2010; Murphy ve Alexander, 2013).

-Bazı kavram yanılgıları, öğrencilerin kendi başlarına çözebilecekleri veya kolayca düzeltilebilecek küçük aksaklıklar veya anlama hatalarıdır (Schwartz, Tsang ve Blair, 2016).

-Bazı kavram yanılgıları, yeni öğrenmenin önündeki önemli engellerdir. Bunlar, öğrencilerin yeni bilgileri yanlış yorumlamalarına veya

reddetmelerine yol açabilen sezgisel teorilere benzer. Bu tür yanlışlar, temeldeki hatalı varsayımlara veya inançlara dayanmaktadır.

-Öğrenciler, kavram yanlışlarından geçici olarak vazgeçebilir ve bir kursu tamamladıktan sonra bu kavram yanlışlarına geri dönebilir. Clement (1982), mühendislik ve bilim öğrencilerinin %88'inin mekanik dersine giriş dersinin başlangıcında nesnelerin hareketi hakkında yanlışlara (kurs öncesi yanlışlara) sahip olduğunu bulmuştur. Öğrenciler derste iyi performans gösterdiler ve bu tür problemlerde daha az hata yaptılar. Ancak kurs sonrası sınavlarda, kursu geçen öğrencilerin %75'i kurs öncesi öğrencilerle aynı türde hatalar yaptı. Daha önceki yanlışlarına geri dönmüşlerdi.

-Derin yanlışları değiştirmek veya düzeltmek zordur. Basitçe öğrencilere doğru bilgileri sunmak, bu kavram yanlışlarını değiştirmek için çok az şey yapar (Taylor ve Kowalski, 2014).

### **2.5.1. Fen Bilimleri Alanında Kavram Yanlışları**

Öğrenciler genellikle ilk kez karşılaştıkları kavramları anlamakta güçlük çekerler, kavramları karıştırabilirler veya yanlış anlayabilirler. Fen öğretimindeki kavram yanlışları, öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili tutarsız ve bilimsel olmayan fikirlere sahip oldukları anlamına gelmektedir ve sahip olunan yanlış ön bilgiler genellikle bilimsel bakış açılarından farklı olduğu için öğrencilerin fen öğrenmesini engeller (Akgün ve Gönen, 2004). Yeni bilgilere veya etkileşimlere anlam vermek için öğrencinin sahip olduğu önceki bilgisinin çok önemli olduğu ve her öğrencinin yetenek ve deneyimlerine göre kendi bilgi ve kavramlarını oluşturduğu düşünüldüğünde, kavram yanlışlarının tespiti öğrencilerin inanç ve görüşlerine göre yapılmalıdır (Driver ve Easley, 1978; Osborne ve Wittrock, 1983). Zihinde var olan eski bilgileri yeni bilgilerle doğru bir şekilde ilişkilendirerek öğrencilerin bilişsel yapısındaki yeni bilgileri ortaya çıkarmak, öğrencilerin anlamlı bilgileri öğrenmelerini, kavramları doğru anlamalarını ve kavram yanlışlarına düşmelerine engeller (Tekkaya ve Balcı, 2003).

Öğrencilerin fen ile ilgili kavram yanlışları, bilimle ilgili konuların veya olayların kurgusal temsili, resimleri veya videoları olan öykülerden ve diğer

materyallerden erken veya sonraki yıllarda aldıkları çeşitli girdiler nedeniyle öğrencilerde ortaya çıkar. Öğrencilerin, bireyler arasında farklı algılanan önceki deneyimlerinden bilgi ürettiklerini söyleyen yapılandırmacılık teorisi ile ilgilidir (Goris ve Dyrenfurth, 2010). Gerçek sebep, çocukların görselleştirmeden ortaya çıkan kavramı anlamaları ve yorumlamaları ve anlamalarıdır. Bilimsel kavram yanlışları üzerine yapılan bir araştırma, kavram yanlışlarının düzeylerinin kavramlar arasında farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Thompson ve Logue, 2006).

Fen dersi biyoloji, kimya ve fizik bilgilerini öğretir ve öğrencinin bilimsel sorgulama becerilerini uygular. Kavram yanlışları çoğunlukla bilgi alanıyla ilgilidir ve bilgi alanını etkiler. Bir öğrencinin konuyu kavraması ve konunun kavramlarını zaten yanlış anlamaları oluşmuşken anlaması zaman alacaktır. Fen bilimleri öğretmenlerinin konunun daha derin ve daha karmaşık kavramlarını keşfetmeden önce o öğrencinin yanlış kanıyı düzeltmesine yardım etmeleri gerekmektedir. Fen Bilimleri dersinde öğrencilerin kavram yanlışlarının üstesinden gelmeleri için yansıtıcı sorular sağlamak, gerçek modelleri sunmak, videolar izlemek ve deney yapmak gibi öğrenciler üzerindeki kavram yanlışlarının üstesinden gelmeleri için denenebilecek etkinlikler mevcuttur. Ancak bunlarla birlikte öğrenci merkezli bir yaklaşımın kullanılması ve etkileşimli öğrenmenin yoğun bir şekilde uygulanması gerektiği unutulmamalıdır (Seo vd., 2017).

### 2.5.2. Basit Elektrik Devresi Konusundaki Kavram Yanlışları Alanyazın Taraması

Yapılan alanyazın taramasında farklı öğretim düzeylerinde bulunan öğrencilerin elektrik konusuna yönelik sahip oldukları birçok kavram yanlışları belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda öğrencilerin elektrik konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları modelleri aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 2.1.** Alanyazın Taraması Elektrik Konusu Kavram Yanlışları Modelleri

| Kavram Yanılgısı         | Açıklama                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Tek kutuplu model</i> | Öğrenciler bir elektrikli aracın çalışması için güç kaynağı ile arasında tek bir bağlantı kablusunun yeterli olduğunu düşünmektedirler (Shipstone, 1984; Osborne, 1981; Shipstone vd., 1988; Chambers ve Andre, 1997; |

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | Küçüközer, 2003; Yıldırım vd., 2008; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Çepni ve Keleş, 2006; Aykutlu ve Şen, 2011; Allen, 2014; Yıldırım, 2017; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Atılğanlar, 2014; Keser ve Başak, 2013; Harman, 2016; Altunsoy Okvuran, 2023).                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Zayıflayan akım modeli</i>  | Öğrenciler bir elektrik devresinde tek yönde ilerleyen elektrik akımının devredeki her elektrik aracının üzerinden geçerken kullanılarak tüketildiğini ve azaldığını düşünmektedirler (Sencar ve Eryılmaz, 2004; Shipstone, 1984; Osborne, 1981; Heller ve Finley, 1992; Chambers ve Andre, 1997; Shipstone vd., 1988; Çepni ve Keleş, 2006; Çıldır ve Şen, 2006; Allen, 2014; Yıldırım vd., 2008; Küçüközer, 2003; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016). |
| <i>Paylaşılan akım modeli</i>  | Öğrenciler bir elektrik devresinde ilerleyen akımın devrede bulunan elektrikli araçlar tarafından eşit olarak paylaşıldığını ve eşit miktarda harcandığını düşünmektedirler (Chambers ve Andre, 1997; Shipstone vd., 1988; Heller ve Finley, 1992; Shipstone, 1984; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Ateş ve Polat, 2005; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Taşlıdere, 2014; Küçüközer, 2003; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                                   |
| <i>Çarpışan akımlar modeli</i> | Öğrenciler güç kaynağının pozitif ve negatif kutbundan çıkan elektriğin, elektrikli araç üzerinde karşılaşarak çarpıştığını ve bunun sonucunda çalıştığını düşünmektedirler (Osborne, 1981; Shipstone, 1984; Shipstone vd., 1988; Heller ve Finley, 1992; Chambers ve Andre, 1997; Allen, 2014; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Yıldırım vd., 2008; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                |
| <i>Deneyisel kural modeli:</i> | Öğrenciler bir elektrik devresinde güç kaynağı ile ampul arasındaki uzaklık arttıkça ampul parlaklığının azalacağını düşünmektedirler (Heller ve Finley, 1992; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Taşlıdere, 2014; Türkoğuz ve Cin, 2013; Keser ve                                                                                                                                                                     |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | Başak, 2013; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Kısa devre Önyargısı</i>     | Öğrenciler bir elektrik devresinde devre elemanının bulunmadığı kablonun devreye etkisinin olmadığını düşünmektedirler (Fredett ve Clement, 1981; Chambers ve Andre, 1997; Shipstone vd., 1988; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Ateş ve Polat, 2005; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                                                                                                        |
| <i>Sabit akım kaynağı:</i>      | Öğrenciler bir elektrik devresinde güç kaynağını elektrik enerjisi kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak düşünmektedirler (Cohen vd., 1983; Heller ve Finley, 1992; Shipstone vd., 1988; Peşman ve Eryılmaz, 2010, Sencar ve Eryılmaz, 2004; Küçüközer, 2003; Ateş ve Polat, 2005; Engelhardt ve Beichner, 2004; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Taşlıdere, 2014; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                                        |
| <i>Eşdeğer Direnç Önyargısı</i> | Öğrenciler bir elektrik devresinde direncin elektrik akımına engel olacağı ve devreye eklenen her direncin bağlanma şeklinden bağımsız olarak devrenin eşdeğer direncini arttıracaklarını düşünmektedirler (Chambers ve Andre, 1997; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Cohen vd., 1983; Shipstone vd., 1988; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Atılğanlar, 2014, Altunsoy Okvuran, 2023, Yıldırım, 2017).                                                                                                                       |
| <i>Sıralı (ardışık) model:</i>  | Öğrenciler bir elektrik devresinin bir noktasında yapılan değişiklik sadece devrede akımın ileri yönünden sonraki elemanları etkileyeceğini, akım yönünün gerisinde kalan elemanları etkilemeyeceğini düşünmektedirler (Heller ve Finley, 1992; Shipstone vd., 1988; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Ateş ve Polat, 2005; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Küçüközer, 2003; Altunsoy Okvuran, 2023; Atılğanlar, 2014; Harman, 2016; Taşlıdere, 2014; Yıldırım, 2017). |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Bölgesel düşünme:</i>                                 | Öğrenciler bir elektrik devresinin bir bölümünde değişiklik yapıldığında, değişikliğin bütün devre yerine sadece o bölümü etkilediğini düşünmektedirler (Cohen vd., 1983; Heller ve Finley,1992; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023; Yıldırım, 2017; Harman, 2016).                                                                                                                                                                                  |
| <i>Elektrik akımını su akışı gibi düşünme yanlışlığı</i> | Öğrenciler bir elektrik devresinde elektrik akımının kablo boyunca iletilmesini, suyun bir boru içerisinde akışına benzediğini düşünmektedirler (Stocklmayer ve Treagust, 1994; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Tarciso Borges ve Gilbert,1999; Atılğanlar, 2014; Altunsoy Okvuran, 2023).                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>İç direnç yanlışlığı</i>                              | Öğrenciler bir elektrik devresinde pilin sahip olduğu iç direncin elektrik devresine etkisinin olmadığını düşünmektedirler (Cohen vd., 1983; Uzunkavak, 2004; Demirezen ve Yağbasan, 2013).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Elektrik devresi şeması ile ilgili yanlışlıklar</i>   | <p>Öğrencilerin verilen elektrik devrelerini kurmaması ve kurulmuş elektrik devrelerini şema olarak çizmemesi (Ulukök vd., 2013; Ateş ve Polat, 2005; Çelik, Pektaş ve Demirbaş, 2012; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010).</p> <p>Sembol ve resim kavramlarını karıştırma ve çizim yapamama (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010).</p> <p>Elektrik devresinde ampulün ışık vermesi, devrenin çalışması veya elektriğin iletilmesi için anahtarın açık olması gerekir (Kaya ve Gödek-Altuk, 2010; Türkoğuz ve Cin, 2013; Ceylan, 2008; Ayas Kör, 2006).</p> |
| <i>Elektriksel direnç ile ilgili yanlışlıklar</i>        | <p>-Direnç, elektrik akımına gösterilen engelleyici güçtür (Aykutlu ve Şen, 2012).</p> <p>-Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir (Aykutlu ve Şen, 2012).</p> <p>-Direnç, akıma ters yönde uygulanan kuvvettir (Sencar ve Eryılmaz, 2002; Çıldır ve Şen, 2006; Aykutlu ve Şen, 2012).</p>                                                                                                                                                                                                                                           |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>-Direnç, üzerinden geçen akım miktarını azalttığından elektrik enerjisi de azalır (Örgün, 2002; Çıldır ve Şen, 2006).</p> <p>-Üreteç/emk kaynağı dirence gücünü verir (Çıldır ve Şen 2006).</p> <p>-Akım, dirençlerle harcanır (Çıldır ve Şen, 2006).</p> <p>-Direnç değeri üzerinden geçen akım miktarına göre değişir (Çıldır ve Şen 2006).</p> <p>-Direnç akıma karşı olan “bir şey”dir (Apaydın vd., 2019).</p> <p>-direnç akıma karşı gösterilen ya da uygulanan tepki, etki, güç, direnç, zorluk, kuvvet, enerji ve etken olarak tanımlanmıştır (Apaydın vd., 2019).</p> <p>-Bir elektrik devresinde pil sayısı arttıkça direncin arttığı ya da azaldığı, direnç arttıkça parlaklığın arttığı ve elektrik enerjisi arttıkça direncin arttığı gibi yanılgılar vardır (Türkoğuz ve Cin, 2013).</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Elektrik konusu fen eğitiminde en alttan en üst kademeye kadar tüm seviyelerde var olan temel konulardan biridir (Harman, 2016). Günlük yaşamda elektrik kullanımından dolayı herkesin bildiği ve eğitim programında yer alan bir konudur. Basit elektrik devresi konusu fen alanında ilkokuldan itibaren diğer kademelerde sistemli olarak devam eden temel konudur (Duit ve Rhöneck, 1997; Harman, 2016; Yıldırım, 2017; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006). Elektrik konusu genellikle basit bir konu olarak düşünülse de öğrenciler ciddi kavram yanılgılarına sahiptirler ve bu konunun küçük yaşlardan itibaren kavram yanılgılarından arındırılarak öğretilmesi oldukça önemlidir (Harman, 2016). Elektrik konusunun soyut ve anlaşılması zor bir konu olması sebebiyle bireylerin elektrik konusunu anlamakta zorlandıkları, her kademede bulunan öğrencilerin basit elektrik devresi konusu hakkında yanlış öğrenmelere sahip olduğu ve kavramları anlamakta sıkıntılar yaşadıkları görülmektedir (Güneş, 2020). Yapılan araştırmalara bakıldığında öğrencilerin elektrik konusunda kavramları anlamada, ifade etmekte zorlandıklarını ve

çok sayıda kavram yanlışına sahip olduklarını görülmektedir (Akdeniz, Bektaş ve Yiğit, 2000; Chambers ve Andre, 1997; Shipstone, 1984; Yıldırım, 2017; Yılmaz ve Çavaş, 2006; Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez, 2009). Alanyazına bakıldığında elektrik konusu ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesine, kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavram yanlışlarına etkisine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Altun, 2009; Ateş ve Polat, 2005; Atılğanlar, 2014; Ayas Kör, 2006; Aykutlu ve Şen, 2012; Çıldır, 2005; Çıldır ve Şen, 2006; Demirci ve Çirkinoğlu, 2004; Demirezen ve Yağbasan, 2013; Güneş, 2020; Harman, 2016; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Kaya ve Gödek-Altuk, 2010; Osborne, 1981; Satır, 2007; Sencar ve Eryılmaz, 2004; Shipstone, 1984; Sinanoğlu, 2019; Uzunkavak, 2004; Yıldırım vd., 2008; Yıldırım, 2002; Yılmaz ve Huyugüzel-Çavaş, 2006). Alanyazın taraması sonucu elektrik konusunda öğrencilerin kavramsal anlamaları ve kavram yanlışları ile ortaya çıkmış olan kavramsal modeller yukarıdaki tabloda verilmiştir. Alanyazına bakıldığında elektrik konusunda kavram yanlışlarının belirlenmesine ve bu konudaki yanlışlarının giderilmesine yönelik birçok çalışma varken STEM eğitimi yaklaşımının elektrik konusunda kavram yanlışlarının giderilmesine etkilerinin araştırıldığı çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin sahip olduğu elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi incelenmektedir.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, “Elektrik Kavram Yanılgısı Testi” (EKYT) geliştirilmesi, STEM eğitimi yaklaşımına uygun bir eğitim modülünün hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada, tek gruplu ön test-son test deseni kullanılmıştır. Bu desen, bir grup katılımcının belirli bir müdahaleden önce ve sonra değerlendirilmesini içerir ve müdahalenin etkisini ölçmek için uygun bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Fraenkel vd., 2012). Ön test, öğrencilerin elektrik konusundaki kavram yanılgılarını belirlemek için uygulanmıştır. Daha sonra STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak tasarlanan eğitim modülü öğrencilere uygulanmış ve sürecin sonunda aynı test son test olarak tekrar uygulanmıştır. Bu veriler, öğrencilerin kavram yanılgılarındaki değişimleri analiz etmek için kullanılmıştır.

Araştırmanın süreci üç basamaktan oluşmaktadır. Bunlar; EKYT oluşturma süreci, modül geliştirme süreci ve uygulama sürecidir. Araştırma sürecinin aşamaları ve her bir süreçte gerçekleştirilen işlemler Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Araştırma sürecinin aşamaları

| Süreç                   | Süreç Basamakları                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EKYT oluşturma</b>   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Testin hedefinin belirlenmesi</li><li>2. Konunu belirlenmesi</li><li>3. Testin maddelerinin yazılması</li><li>4. Uzman görüşünün alınması</li><li>5. Testin yeniden düzenlenmesi</li><li>6. Testin pilot uygulaması</li></ol>         |
| <b>Modül Geliştirme</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alan yazın taraması</li><li>2. Konuların belirlenmesi</li><li>3. Problemin oluşturulması</li><li>4. Taslak bir planın yapılması</li><li>5. MTS'ye yönelik ders planlarının hazırlanması</li><li>6. Uzman görüşünün alınması</li></ol> |
| <b>Uygulama</b>         | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Örneklem seçimi</li><li>2. EKYT'nin ön test olarak uygulanması</li><li>3. Modülün uygulanması ve süreçte MND'den veri toplanması</li><li>4. EKYT'nin son test olarak tekrar uygulanması</li><li>5. Verilerin analizi</li></ol>        |

### 3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Trabzon ili Of ilçesinde bulunan 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise 2022-2023 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Trabzon İli Of İlçesindeki araştırmacının kendisinin görev yaptığı Millî Eğitim Bakanlığına bağlı bir devlet okulunda 6. sınıfta bulunan bir şubede öğrenim gören tamamı erkek olan 20 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde araştırmacının kendi çalıştığı okul olduğu için kolay ulaşılabilir olması bakımından uygun örneklem yöntemi kullanılmıştır. Uygun örneklem, araştırmacının belirli ölçütlere göre örneklem

seçtiği, olasılıksız örnekleme türlerinden biridir. Araştırmanın amacı doğrultusunda en uygun bilgiyi sağlayabilecek bireyler veya gruplar seçilir (Patton, 2002; Yıldırım ve Şimşek, 2016).

### **3.3. Veri Toplama Araçları**

Bu araştırmada, veri toplama aracı olarak Elektrik Konusu Kavram Yanılgısı Testi (EKYT) ve Mühendislik Not Defteri (MND) kullanılmıştır. Veri toplama araçları aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.

#### **3.3.1. Elektrik Kavram Yanılgısı Testi**

Elektrik Kavram Yanılgısı Testi (EKYT), STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinliklerine ve 6. sınıf “Elektriğin İletimi” konusu kazanımlarına uygun olarak oluşturulmuştur. Test geliştirme süreci genel olarak; testin hedefinin belirlenmesi, hedeflenen kavramların içerik sınırlarının belirlenmesi, hedeflenen kavramlarla ilgili kavram yanılgılarının belirlenmesi, testin maddelerinin yazılması ve testin pilot uygulaması aşamalarından oluşmaktadır (Treagust, 1988). Aşağıda bu aşamalara sırasıyla yer verilmiştir.

##### **3.3.1.1. Testin hedefinin belirlenmesi**

Bu aşamada, araştırma kapsamında geliştirilen kavram yanılgısı testinin kullanım amacı belirlenmiştir. EKYT, öğrencilerin “Elektrik” konusu ile ilgili kavramsal anlamalarını değerlendirmek için geliştirilmiştir.

##### **3.3.1.2. Ünite/ konunun belirlenmesi**

Bu araştırmada, daha önce herhangi bir kavramsal anlama test geliştirme çalışmasının yürütülmediği ortaokul 6. sınıf elektrik konusu seçilmiştir. EKYT’de yer alacak soruların içerikleri oluşturulurken 2018 yılı 6. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında belirtilen kazanımlar esas alınmıştır. Bu kazanımlar Tablo 3.2.’de sunulmuştur.

##### **3.3.1.3. Test maddelerinin yazılması**

Araştırmada geliştirilen EKYT’deki sorular üç aşamalı olarak hazırlanmıştır. Üç aşamalı soruların birinci aşaması dört seçenekten oluşan çoktan seçmeli sorulardır.

İkinci aşmada öğrencilerin birinci aşamada verdikleri cevabın nedeni sorulmuştur. İkinci aşama öğrencinin cevabını istediği gibi yazabilmesi amacıyla yapılmıştır. Üçüncü aşamada ise öğrencilere ilk iki aşamada verdikleri cevaplardan emin olup olmadığı sorulmuştur. Üçüncü aşama iki seçenektен oluşan çoktan seçmeli soru şeklindedir. EKYT geliştirilirken her bir kazanım için en az 3 soru oluşturulmasına özen gösterilmiştir. EKYT hazırlanmadan önce elektrik konusundaki kavramlarla ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla alanyazın taraması yapılmıştır. Alanyazında belirlenen kavram yanlışlarının ortaokul 6. sınıf “Elektriğin İletimi” kazanımları ve kazanımlarla ilgili alanyazında belirlenen kavram yanlışları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Elektrik konusunda 20 olası kavram yanlışısı belirlenmiştir. Olası kavram yanlışlarının soru ve seçeneklere yerleştirildiği 13 sorudan oluşan üç aşamalı EKYT hazırlanmıştır.

**Tablo 3.2.** “Elektrik” Konusuna Yönelik Kazanımlar ile İlgili Alanyazında Tespit Edilen Kavram Yanlışları

| Kazanım (MEB, 2018)                                                                   | Kavram yanlışısı/Alanyazın                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F.4.7.1.1. Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanır. | <p>-Bir elektrik devresinde anahtar kapalı durumdayken, ampul ışık vermez (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008).</p> <p>-Anahtar açık duruma getirildiğinde ampuller ışık vermeye başlar (Ceylan, 2008; Kaya ve Gödek Altuk, 2010).</p> <p>-Anahtarı olmayan bir devredeki ampul ışık vermez (Ceylan, 2008).</p> |
| F.4.7.1.2. Çalışan bir elektrik devresi kurar.                                        | <p>-Tek Kutuplu Modeli</p> <p>-Bir elektrik devresinde anahtar kapalı durumdayken, ampul ışık vermez (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008; Türkoğuz ve Cin, 2013).</p> <p>-Anahtar açık duruma getirildiğinde ampuller ışık vermeye başlar (Ceylan, 2008; Kaya ve Gödek Altuk, 2010).</p>                        |

|                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F.4.7.1.3. Evde ve okuldaki elektrik düğmelerinin ve kabloların birer devre elemanı olduğunu bilir.                                  | <p>-Evde ve okulda odalardaki elektrik düğmeleri devredeki bağlantı kablolarına karşılık gelmektedir (Ayas Kör, 2006).</p> <p>-Elektrik düğmeleri kapatılınca lamba ışık vermez (Ayas Kör, 2006).</p> <p>-Evdeki elektrik düğmelerine karşılık devrelerde ampul ya da pil kullanılır (Ayas Kör, 2006).</p>                                                                                                                               |
| F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembollerıyla gösterir.                                                              | - “Sembol” ve “resim” kavramlarını birbirine karıştırdıkları, dolayısıyla da verilen devre resminin şemasını çizememe (Kaya ve Gödek Altuk, 2010).                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                               | <p>-Tek Kutuplu Modeli</p> <p>- “Sembol” ve “resim” kavramlarını birbirine karıştırmama, verilen devre resminin şemasını çizememe (Kaya ve Gödek Altuk, 2010).</p> <p>-Verilen elektrik devresini kuramama ve kurulu elektrik devreleri çizmeme (Ulukök vd., 2013).</p>                                                                                                                                                                  |
| F.5.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder. | <p>-Devredeki pil sayısı sabit tutulurken ampul sayısının artırılmasıyla ampulün parlaklığı artar (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008).</p> <p>-Devredeki ampul sayısı sabit tutulurken pil sayısının artırılmasıyla ampulün parlaklığı azalır (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008).</p> <p>-Ampul sayısı arttıkça ampulün parlaklığı artar (Ayas Kör, 2006).</p> <p>Devreye pil sayısı artınca ampullerin parlaklığı değişmez (Ayas Kör, 2006).</p> |
| F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.                     | <p>-Toprak iletken bir maddedir; alüminyum ise yalıtkandır (Ceylan, 2008).</p> <p>-Ebonit tarak elektriği iletirken; karbon kâğıdı iletmez (Ceylan, 2008).</p> <p>-Metaller iletkenler ve yalıtkanlar olarak ikiye ayrılır (Kaya vd., 2014).</p>                                                                                                                                                                                         |

---

F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.

*-Pil ve ampul sayısı arttıkça ampulün parlaklığı artar (Ayas Kör, 2006).*

*-Ampul ışık veren bir araçtır. Ampul sayısı arttıkça parlaklık artar (Ayas Kör, 2006; Küçüközer, 2004).*

*-Devrede pile yakın ampullerin parlaklığı daha fazladır (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008).*

---

F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar.

*-Direnç, elektrik akımına gösterilen engelleyici güçtür (Aykutlu ve Şen, 2012).*

*-Direnç, akıma ters yönde uygulanan kuvvettir (Aykutlu ve Şen, 2012; Çıldır ve Şen, 2006).*

*-Direnç, elektrik akımına uygulanan engeldir (Aykutlu ve Şen, 2012).*

*-Direnç, üzerinden geçen akım miktarını azalttığından elektrik enerjisi de azalır (Çıldır ve Şen, 2006).*

*-Üreteç/emk kaynağı dirence gücünü verir (Çıldır ve Şen 2006).*

*-Akım, dirençlerle harcanır (Çıldır ve Şen, 2006).*

*-Direnç değeri üzerinden geçen akım miktarına göre değişir (Çıldır ve Şen 2006).*

*-Direnç akıma karşı olan “bir şey”dir (Apaydın vd., 2019).*

*-Direnç akıma karşı gösterilen ya da uygulanan tepki, etki, güç, direnç, zorluk, kuvvet, enerji ve etken olarak tanımlanmıştır (Apaydın vd., 2019).*

*-Bir elektrik devresinde pil sayısı arttıkça direncin arttığı ya da azaldığı, direnç arttıkça parlaklığın arttığı ve elektrik enerjisi arttıkça direncin arttığı gibi yanılgılar vardır (Türkoğuz ve Cin, 2013).*

---

#### **3.3.1.4. Uzman görüşünün alınması**

EKYT'deki sorular hazırlandıktan sonra, testin kapsam ve görünüş geçerliği için 3 fen eğitimi alanında uzman (2 profesör ve 1 doçent) akademisyenden ve 2 fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Uzmanlar, maddelerin öğrencilerin bilişsel gelişim seviyelerine uygunluğunu, elektrik konusuna yönelik kazanımları kapsamasını, kazanımları ölçme yeterliliğini, herhangi bir bilimsel hata olup olmadığını ve soruların öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğini incelemişlerdir. Gerekli dönütler sağlandıktan sonra EKYT'deki sorular yeniden gözden geçirilmiş ve düzenlenmiştir.

#### **3.3.1.5. Testin yeniden düzenlenmesi**

Uzmanlardan alınan geri dönütler sonucunda EKYT yeniden düzenlenmiştir. Uzman görüşleriyle EKYT'de yapılan değişikliklerden bazı örnekler aşağıda şekillerde verilmiştir:

EKYT, ilk başta ilgili kazanımlara yönelik üç aşamalı olarak 25 sorudan oluşturulmuştur. Akademisyenlerden alınan uzman görüşü sonucunda testte aynı kazanımlara yönelik soru sayısının fazla olduğu, bazı soruların değiştirilmesi ve bazı soruların çıkarılması gerektiği söylenmiş ve soru sayısı azaltılarak son haliyle 13 olarak düzenlenmiştir.

Başka bir uzman görüşünde soruların ilgili olduğu kazanımları öğrencilerin daha çok tecrübe ederek edinmesi gerektiği ifade edilmiştir. Yani, sınıf içerisinde öğrencinin hem zihinsel hem de fiziksel aktif olacağı bir öğrenme yöntemine uygun kazanımlar olmalıdır. Hazırlanan bazı soruların ise daha çok bilişsel düzeyde ve geleneksel tarzda sorular olduğu söylenmiştir. Bu sebeple 3 soru yeniden düzenlenerek değiştirilmiş ve 2 soru da tamamen testten çıkarılmıştır. Aşağıda Şekil-1a da verilen soru uzman görüşü sonrasında yeniden düzenlenerek Şekil-1b de verilen soru şeklinde değiştirilmiştir.

X teli:  $\frac{L}{S}$       Y teli:  $\frac{L}{2S}$       Z teli:  $\frac{2L}{S}$

- 1.1-) I. Dirençlerin büyükten küçüğe doğru sıralaması  $Z > X > Y$  şeklindedir.  
II. Aynı maddeden yapıldıkları için X, Y ve Z tellerinin dirençleri eşittir.  
III. Y telinin kalınlığı X telinden fazla olduğu için Y telinin direnci X telininkinden daha fazladır.  
IV. Z telinin uzunluğu X telinden fazla olduğu için Z telinin direnci X telininkinden daha fazladır.  
V. Direnci en küçük olan tel X iletkenidir.

Yukarıda verilen aynı maddeden yapılmış X, Y ve Z iletken telleri ile ilgili verilenlerden hangileri doğrudur? (L: uzunluk; S: kesit alanı)

- A) II ve III      B) I, III ve V      C) I ve IV      D) II, IV ve V

1.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

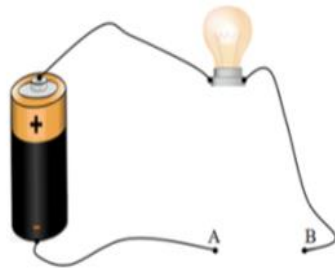
1.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.

**Şekil 3.1a.** Uzman görüşü sonrasında yeniden düzenlenerek değiştirilen sorunun ilk hali

Yukarıda verilen soruda önce soru kökünün verilmesi sağlanmış ve öncül sayısı azaltılmıştır. Bu şekilde daha anlaşılır ve sade hale getirilmiştir. Yapılan değişiklikler ile sorunun içerisinde deney düzeneği-deney sonuçları eklenerek sorunun öğrencilerin yaşantılar sonucu elde edebileceği kazanımlara ve kullanılan öğretim yönetimine uygun bir soru olması sağlanmıştır.

8.1-) Aynı cins X, Y ve Z iletken tellerinin uzunlukları ve kesit alanları verilmiştir. X, Y ve Z iletkenleri sırayla A-B test uçları arasına yerleştirildiğinde gözlemlenen ampul parlaklıkları tabloda verilmiştir.



X teli:  $\frac{L}{S}$

Y teli :  $\frac{L}{2S}$

Z teli:  $\frac{2L}{S}$

| Devredeki iletken tel | Ampul Parlaklığı |
|-----------------------|------------------|
| X teli                | Parlak           |
| Y teli                | Çok Parlak       |
| Z teli                | Az Parlak        |

Bu durumun sebebi için;

- Dirençlerin büyükten küçüğe doğru sıralaması  $Z > X > Y$  şeklindedir.
- Y telinin kalınlığı X telinden fazla olduğu için Y telinin direnci X telininkinden daha büyüktür.
- Z telinin uzunluğu X telinden fazla olduğu için Z telinin direnci X telininkinden daha büyüktür.

Verilen bilgilerden hangileri doğrudur? (L: uzunluk, S: kesit alanı)

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

8.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

8.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.

Şekil 3.1b. Uzman görüşü sonrasında yeniden düzenlenerek değiştirilmiş soru

Şekil 3.2. de verilen soru bilişsel öğrenme basamağının en altında bulunan bilgi düzeyinde bulunduğu ve geleneksel tarzda hazırlanmış olduğu için testten çıkarılmıştır.

- 4.1-) I. Telin uzunluğu doğru orantılıdır.  
 II. Kesit alanı(kalınlığı) ile ters orantılıdır.  
 III. İletkenin cinsine bağlı değildir.  
 Bir iletken telin direnci ile ilgili yukarıdakilerden hangileri doğrudur?  
 A) I ve II      B) I ve III      C) II ve III      D) I, II ve III

4.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

4.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.

Şekil 3.2. Testten tamamen çıkarılan soru örneği

Yapılan değişikliklerden sonra, EKYT'ye son hali verilmiş ve EKYT 6. sınıfta bulunan 3 öğrenciye uygulanmıştır. Soruların anlaşılması amacıyla yapılan bu uygulamada, öğrenciler anlamadıkları bir yerin olmadığını ifade etmişlerdir.

#### 3.3.1.6. Pilot uygulama sonrası yapılan işlemler

EKYT'nin pilot uygulaması Trabzon ili Of ilçesinde farklı devlet okullarında öğrenim gören 120 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Elde edilen veriler pozitif yanışlar ve negatif yanışlar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Eğer öğrenci birinci aşamada doğru cevabı işaretleyip ikinci aşamada kavram yanılgısı içeren bir açıklama yapmışsa ve üçüncü aşamada eminim işaretlemiş ise bu durum pozitif yanış olarak nitelendirilmektedir. Eğer öğrenci birinci aşamada kavram yanılgısına karşılık gelen cevabı işaretlemiş ikinci aşamada bilimsel açıdan doğru açıklama yaparsa ve üçüncü aşamada eminim işaretlerse bu durum da negatif yanış olarak nitelendirilmektedir. Hestenes ve Halloun'a (1995) göre pozitif yanışların ve negatif yanışların değerinin %10'dan az olması testin geçerliliğinin sağlandığına dair önemli bir bulgudur. Pilot uygulamadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde pozitif yanışların değeri %1,98; negatif yanışların değeri %1,21 olarak bulunduğu için bu testin geçerli olduğu kabul edilebilir. Bir öğrencinin tüm sorulara doğru cevap vermesi durumunda alabileceği maksimum puan 13'tür. Pilot uygulamadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda oluşan bulgulara ait betimsel istatistik verileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.3.** EKYT'nin Pilot Uygulamasından Elde Edilen Verilere Ait Betimsel İstatistik Değerleri

|                |        |
|----------------|--------|
| Madde Sayısı   | 13     |
| Öğrenci Sayısı | 120    |
| Ortalama Puan  | 6,366  |
| Ortanca        | 6      |
| Standart Sapma | 3,164  |
| Minimum Puan   | 0      |
| Maksimum Puan  | 13     |
| Çarpıklık      | 0,393  |
| Basıklık       | -1,162 |

Pilot uygulama sonucunda elde edilen verilerden EKYT'nin güvenilirlik katsayısı hem doğru cevaba göre hem de kavram yanlışlığına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bulunan güvenilirlik katsayısı değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.4.** EKYT'nin Doğru Cevaba ve Kavram Yanılgılarına Göre Güvenirlik Katsayı Değerleri

|                             | <b>Puanlama Türü</b>                                | <b>Güvenirlik<br/>(Cronbach's Alpha)</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Doğru Cevaba Göre           | Puanlama-1<br>(Birinci Aşamaya Göre)                | 0,73                                     |
|                             | Puanlama-2<br>(İlk İki Aşamaya Göre)                | 0,87                                     |
|                             | Puanlama-3<br>(Tüm Aşamalara Göre)                  | 0,89                                     |
| Kavram<br>Yanılıgısına Göre | Kavram Yanılıgısı-1 (KY1)<br>(Birinci Aşamaya Göre) | 0,70                                     |
|                             | Kavram Yanılıgısı-2 (KY2)<br>(İlk İki Aşamaya Göre) | 0,72                                     |
|                             | Kavram Yanılıgısı-3 (KY3)<br>(Tüm Aşamalara Göre)   | 0,70                                     |

Bir öğrencinin doğru cevaba göre alabileceği maksimum puan 13'tür. Öncelikle testin doğru cevaplarına göre yapılan testin güvenilirlik analizi üç aşamada yapılmıştır. Birinci aşamaya göre yapılan analizde öğrenci, testin birinci aşamasında sorunun doğru cevabını işaretlemiş ise 1 puan, diğer durumlar 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde yapılan değerlendirmede Puanlama-1 hesaplanmış ve birinci aşamaya göre güvenilirlik katsayısı 0,73 olarak bulunmuştur.

İlk iki aşamaya göre yapılan değerlendirmede birinci aşamada doğru cevap verilen sorularda eğer ikinci aşamada doğru açıklama yapılmış ise bu durum 1 puan, diğer durumlar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde Puanlama-2 hesaplanmış ve ilk iki aşamaya göre güvenilirlik katsayısı 0,87 olarak bulunmuştur.

Tüm aşamalara göre yapılan değerlendirmede ise birinci aşamada doğru seçeneği işaretlenen ikinci aşamada doğru açıklama yapılan sorularda eğer üçüncü aşamada Eminim seçeneği işaretlenmişse bu durum 1 puan olarak, diğer tüm durumlar 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde Puanlama-3 hesaplanmış ve tüm aşamalara göre güvenilirlik katsayısı 0,89 olarak bulunmuştur.

Kavram yanlışlığına göre yapılan güvenilirlik analizi de üç aşamada yapılmıştır. Bir öğrencinin kavram yanlışlığına göre alabileceği maksimum puan 13'tür. Birinci aşamaya göre yapılan analizde Tablo 3.7'de verilen olası kavram yanlışlıklarını içeren seçenekler işaretlendiğinde 1 puan, diğer durumlar için 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde KY1 hesaplanmış ve güvenilirlik katsayısı 0,70 olarak bulunmuştur.

Kavram yanlışlığı ilk iki aşamaya göre yapılan değerlendirmede birinci aşamada kavram yanlışlığı içeren seçenek işaretlenmiş ve ikinci aşamada kavram yanlışlığına uygun açıklama yapılmış ise bu durum 1 puan, diğer durumlar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde KY2 hesaplanmış ve güvenilirlik katsayısı 0,72 olarak bulunmuştur.

Kavram yanlışlığı tüm aşamalara göre yapılan değerlendirmede öğrenci birinci aşamada kavram yanlışlığı içeren seçeneği işaretleyip ve ikinci aşamada kavram yanlışlığına uygun açıklama yapmış ve üçüncü aşamada eminim seçeneğini işaretlemiş ise bu durum 1 puan, diğer durumlar ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde KY3 hesaplanmış ve güvenilirlik katsayısı 0,70 olarak bulunmuştur.

Bir öğrencinin kavram yanlışlığının olduğunu söyleyebilmek için ilk aşamada kavram yanlışlığını işaretlemiş olmalı ve ikinci aşamada o kavram yanlışlığını destekleyen açıklama yaparak son aşamada bu cevabından emin olduğunu söylerse ise kavram yanlışlığı vardır denir (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). Bu doğrultuda EKYT'den elde edilen KY3 puanları kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmektedir. Öğrencilerin ön test ve son test kavram yanlışlıkları hesaplanırken KY3 puanları kullanılmıştır.

Pilot çalışma sonucunda EKYT'deki sorulara ait madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksi değerleri doğru cevaba göre hesaplanmıştır. Elde edilen madde analizine ait değerler Tablo 3.5' te verilmiştir.

**Tablo 3.5.** EKYT’de Yer Alan Soruların Madde Güçlük ve Madde Ayırt Edicilik İndeksi Değerleri

| Soru No | Madde Güçlük İndeksi | Madde Ayırt Edicilik İndeksi |
|---------|----------------------|------------------------------|
| 1       | 0,43                 | 0,54                         |
| 2       | 0,56                 | 0,33                         |
| 3       | 0,44                 | 0,54                         |
| 4       | 0,51                 | 0,54                         |
| 5       | 0,50                 | 0,69                         |
| 6       | 0,51                 | 0,66                         |
| 7       | 0,45                 | 0,48                         |
| 8       | 0,55                 | 0,72                         |
| 9       | 0,51                 | 0,63                         |
| 10      | 0,49                 | 0,57                         |
| 11      | 0,42                 | 0,42                         |
| 12      | 0,49                 | 0,78                         |
| 13      | 0,46                 | 0,63                         |

Bir testte madde ayırt edicilik indeksinin 0,30’un üzerinde olması o maddenin yoklanan davranışa sahip olan ve olmayanları ayırt etme düzeyinin yüksek olduğunu ve maddenin iyi ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir (Wutti-prom, Sharma, Johnston, Chitaree ve Soankwan, 2009). Değerlendirmeler sonucunda ayırt edicilik indeksi 0,30’un altında soru bulunmadığı için testteki soruların kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Soruların güçlük düzeyinin genel olarak orta güçlükte olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin sadece üçüncü aşamaya verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde her bir sorunun sadece üçüncü aşamasında eminim seçeneğini işaretlemişler ise bu durum 1 puan, emin değilim seçeneğini işaretlemişler ise bu durum 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde hesaplanan puanlar “güven puanı” olarak adlandırılmaktadır. Öğrencilerin pilot uygulamada ilk iki aşamada doğru cevaba göre verdikleri cevaplar değerlendirilerek hesaplanan Puanlama-2 ile güven puanları

arasındaki ilişkiye bakılarak öğrencilerin kavramları doğru anlayıp anlamadıkları ve öğrencilerin soruyu okuyup anlayarak yanıt verip vermediklerinin anlaşılması için testte öğrencilerin ilk iki aşamada vermiş oldukları yanıtlar ile üçüncü aşamasından elde edilen yanıtlar arasındaki ilişki saptanmaya çalışılmıştır (Şenyiğit ve Sılay, 2019).

Testin ilk iki aşamasını ele alan Puanlama-2 ile sadece 3. aşamadaki yanıtlara dayanarak belirlenen güven puanı arasındaki korelasyon katsayısı testin geçerlik ve güvenilirliğini belirlemek için hesaplanmalıdır (Çataloğlu, 2002; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Şenyiğit ve Sılay, 2019). Aşağıdaki tabloda öğrencilerin EKYT’de aldıkları “Puanlama-2” puanları ile “Güven Puanları” arasındaki ilişki analizi verilmektedir.

**Tablo 3.6.** Pilot Uygulamada Öğrencilerin EKYT’de Aldıkları Puanlama-2 Puanları ile Güven Puanları Arasındaki İlişki

|             |                    | Puanlama-2 | Güven Puanı |
|-------------|--------------------|------------|-------------|
| Puanlama-2  | Pearson Korelasyon | 1          | ,301        |
|             | Sig. (2-tailed)    |            | ,001        |
|             | N                  | 120        | 120         |
| Güven Puanı | Pearson Korelasyon | ,301       | 1           |
|             | Sig. (2-tailed)    | ,001       |             |
|             | N                  | 120        | 120         |

Yapılan analiz sonucunda Puanlama-2 ile güven puanları arasında pozitif, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ( $r= 0,301$ ;  $p<0.05$ ). Çataloğlu (2002) testten alınan Puanlama-2 ile güven puanları arasında pozitif bir korelasyon olmasının testin yapı geçerliğinin sağlandığına dair önemli bir kanıt olduğunu ifade etmektedir.

Pilot uygulama sonrasında yapılan madde analizi ve güvenirlik sonuçları neticesinde EKYT’ye son hali verilmiştir. EKYT’nin ilk aşamasındaki çoktan seçmeli sorulara ve seçeneklerine yerleştirilen olası kavram yanlışlarının sorulara ve seçeneklerine göre dağılımı Tablo 3.7’ de verilmiştir. Bir kavram yanlışlığı birden çok soruda ve bir sorunun birden fazla seçeneğinde yer almıştır. Bir sorunun içerisinde birden fazla kavram yanlışlığı bulunabilmektedir. Bu şekilde 20 olası kavram yanlışlığı 13 sorunun 31 seçeneğinde yer almıştır.

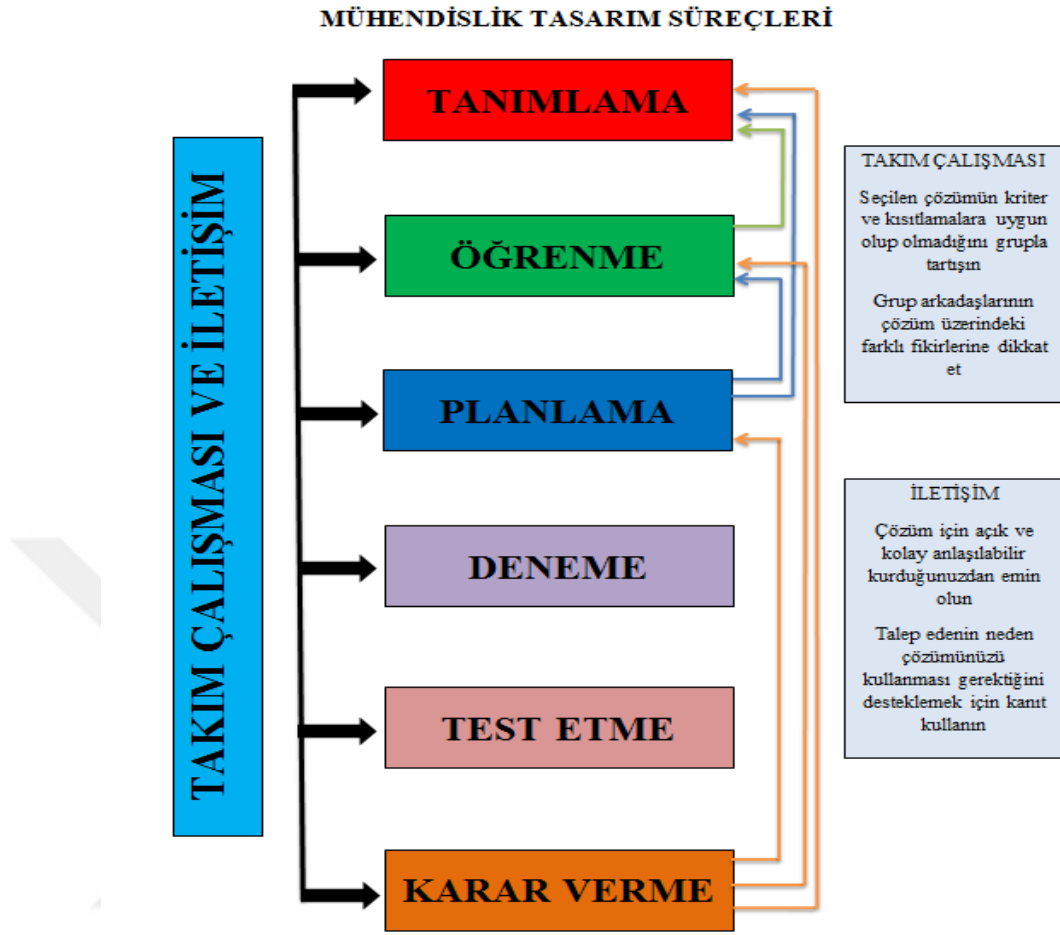
**Tablo 3.7.** EKYT’de Bulunan Soru ve Seçeneklerdeki Olası Kavram Yanılgısı Olan Konular ve Olası Kavram Yanılgılarının Dağılımı

| Sıra No | Olası Kavram Yanılgısı Olan Konular ve Olası Kavram Yanılgıları                     | Kavram Yanılgısının Bulunduğu Soru ve Seçenekler |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1       | İletken ve yalıtkan maddelerin tanımları ile kullanım alanlarını karıştırır.        | 11A, 11B, 11C                                    |
| 2       | Tahta, iletken ve elektrik enerjini iletir.                                         | 7A, 7D                                           |
| 3       | Plastik, iletken ve elektrik enerjini iletir.                                       | 7C                                               |
| 4       | Bakır, yalıtkandır ve elektrik enerjisini iletmez.                                  | 7A, 7C, 7D                                       |
| 5       | Gümüş, yalıtkandır ve elektrik enerjisini iletmez.                                  | 7A                                               |
| 6       | Alüminyum, yalıtkandır ve elektrik enerjisini iletmez.                              | 7D                                               |
| 7       | Bakır tel, nikel-krom tele göre elektriği daha az(kötü) iletir.                     | 12C                                              |
| 8       | Bir elektrik devresinde elektriksel direnç ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır.  | 2C, 6C                                           |
| 9       | Bir elektrik devresinde direnç artarsa ampul parlaklığı artar.                      | 2C, 4A, 4D                                       |
| 10      | Bir elektrik devresinde direnç azalır ampul parlaklığı azalır.                      | 2C                                               |
| 11      | Farklı iletken tellerin dirençleri aynıdır.                                         | 3C, 12A                                          |
| 12      | İletken telin uzunluğu artarsa direnci azalır.                                      | 3B, 5B, 5D, 8A, 9A, 10D                          |
| 13      | Bir elektrik devresinde iletken telin uzunluğu değişirse ampul parlaklığı değişmez. | 5C                                               |

|    |                                                                                        |                           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 14 | Bir elektrik devresinde iletken telin uzunluğu artarsa ampul parlaklığı artar.         | 10D                       |
| 15 | Bir elektrik devresinde iletken telin uzunluğu azalırsa ampul parlaklığı azalır.       | 6A                        |
| 16 | Bir elektrik devresinde iletken telin uzunluğu ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır. | 9C, 13A                   |
| 17 | İletken telin kalınlığı artarsa direnç artar.                                          | 3B, 3C, 3D, 8C, 8D, 10D   |
| 18 | Bir elektrik devresinde iletken telin kalınlığı ile ampul parlaklığı ters orantılıdır. | 1B, 1C, 1D                |
| 19 | Bir elektrik devresinde iletken telin kalınlığı artarsa ampul parlaklığı azalır.       | 1B, 1C, 1D, 10A, 10D, 13B |
| 20 | Bir elektrik devresinde iletken telin kalınlığı azalırsa ampul parlaklığı artar.       | 6A, 6C, 6D, 10B           |

### 3.3.2. Mühendislik Not Defteri

Mühendislik Not Defteri (MND), öğrencinin süreç boyunca tasarım fikirlerini, cevaplarını, hesaplamalarını ve çizimlerini yaptığı bir defterdir. Bu defter sayesinde öğretmen, öğrencileri süreç içinde değerlendirme fırsatı bulmaktadır. MND her ders sonunda öğretmen tarafından toplanır ve bir sonraki ders öncesinde tekrar öğrencilere dağıtılır. Öğretmen öğrencilerin durumuna göre derste ilerleme yapar. MND öğrencilerin cevaplarını “Bireysel Cevap” ve “Grup Cevabı” olarak yazabileceği şekilde tasarlanan bir defterdir. Öğrenciler ayrıca defterin ilk sayfasında yer alan MTS’nin hangi basamağında olduklarını rahat bir şekilde görebilirler. Aşağıdaki şekilde öğrencilere verilen MND’nin ilk sayfasından bir kesit sunulmaktadır.



Şekil 3.3. Mühendislik Tasarım Süreçleri (Moore vd., 2013)

### 3.4. Uygulama Süreci

Bu çalışma, araştırmacının görev yaptığı devlet okulunda 6. sınıf fen bilimleri dersinde gerçekleştirilmiştir. Uygulama süreci beş buçuk hafta boyunca sürmüştür. Uygulamalar, araştırmacı tarafından kendi sınıfında gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecine yönelik basamaklar aşağıda sunulmuştur.

#### 3.4.1. Konu Seçimi ve Modül Oluşturulması

STEM eğitimi yaklaşımına uygun modül geliştirmek amacıyla öncelikle alan yazın taraması yapılmıştır. Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ortaokul öğrencilerinin elektrik konusunda kavram yanılgılarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Matematiğin öğretiminde de oran ve orantı konusunun öğrenciler tarafından

anlaşılmadığına yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu amaçla elektrik ve oran-orantı konularının birlikte yer alabileceği bir modül düşünülmüştür. Alan yazın taraması sonucunda Akkuş Çiftçi (2021) tarafından sınıf öğretmeni adayları için geliştirilen “Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı Modülü” nden yararlanılmış ve bu modül 6. sınıflara uygun olacak şekilde uyarlanmıştır. Sınıf ve konu belirlendikten sonra, modül STEM eğitimi yaklaşımına uygun bir şekilde daha da geliştirilerek 6. sınıf öğrencilerinin ön bilgilerini içeren 5. sınıf konusu olan ‘bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenler’ konusu eklenerek modül genişletilmiştir. Modülün 6. sınıf öğrencilerinin seviyesinde olmasına dikkat edilmiştir. Öğretim programında konu ve kazanımlar doğrultusunda uygulanması planlanan ders içeriği oluşturulmuştur. Modül ve uygulamadaki fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konuları ile ilgili bilgiler aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

**Tablo 3.8.** Modüldeki Disiplin Alanlarına Göre Konuların Dağılımı

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fen Bilimleri            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampul parlaklığını etkileyen değişkenler</li> <li>• İletken ve yalıtkan maddeler</li> <li>• İletken telin cinsinin ampul parlaklığına etkisi</li> <li>• İletken telin uzunluğunun ampul parlaklığına etkisi</li> <li>• İletken telin dik kesit alanının ampul parlaklığına etkisi</li> <li>• Elektriksel direnç ve elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler</li> </ul> |
| Mühendislik ve Teknoloji | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mühendislik tasarım becerisi</li> <li>• Problem çözme</li> <li>• Tasarım geliştirme</li> <li>• Ürün geliştirme</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Matematik                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oran- orantı</li> <li>• Veri analizi</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Modülün geliştirilme aşamasında mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılmıştır. Buna göre 6 basamaktan oluşan mühendislik tasarım sürecinin her bir basamağına ait ders planları yazılmıştır. Mühendislik tasarım süreci basamaklarına yönelik açıklamalara “araştırmanın uygulama süreci” alt başlığında yer verilmiştir.

### **3.4.2. Modüle yönelik uzman görüşünün alınması ve pilot uygulama**

Ders planları hazırlandıktan sonra uzman görüşüne başvurulmuştur. Bu konuda fen alanında uzman 1 akademisyen ve matematik alanında uzman 1 akademisyenden görüş alınmıştır. Daha sonra alanında uzman fen bilgisi öğretmeni modülde yer alan ders planlarını incelemiş ve gerekli dönütler sonrasında ders planlarına son hali verilmiştir. Uzman görüşleri alındıktan sonra modülün uygulanabilirliğinin belirlenmesi ve öğrenciler tarafından anlaşılabilirliğinin test edilmesi amacıyla başka bir şubede yer alan 6. sınıf ortaokul öğrencilerinden oluşan 5 kişilik bir grup ile pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamaya sonucunda yapılan düzeltmeler ile modüle son hali verilmiştir.

### **3.4.3. Araştırmanın Uygulama Süreci**

Uygulamaya başlamadan önce öğrencilere EKYT ön test olarak uygulanmıştır. Sonrasında dörder kişilik olmak üzere toplam beş grup oluşturulmuştur. Gruplar oluşturulurken öğrencilerin birlikte çalışmak isteyecekleri arkadaşları ile aynı grupta olmalarına ve grupların heterojen olmasına dikkat edilmiştir. Dersler mühendislik tasarım temelli olarak STEM eğitimi yaklaşımına uygun bir şekilde yürütülmüştür. Araştırmanın uygulama süreci başlamadan önce öğrencilere STEM eğitimi yaklaşımı hakkında bilgiler verilmiştir. Mühendislik Tasarım Sürecinin (MTS) her bir basamağı öğrencilere tanıtılmıştır ve her basamakta yer alan sorulara öğrencilerden cevap alınması gerektiği ifade edilmiştir. Daha sonra her bir öğrenciye mühendislik not defterleri (MND) dağıtılmıştır (A4 boyutunda kareli). Bu defterler öğrencilere detaylı bir şekilde tanıtılmıştır. Bu defterlerde bütün basamaklarda yer alan alt sorular da defterde bulunmaktadır. Bunun yapılmasındaki amaç ise her bir basamağın öğrenciler tarafından takip edilmesini sağlamaktır. MND, sürecin tamamının not edildiği bir defterdir. Öğrenciler sorulara öncelikle bireysel fikirlerini daha sonra ise grupça tartıştıktan sonra ortak fikirlerini yazmışlardır. Uygulama esnasında öğrencilerin oturma düzeni aşağıdaki şekilde verilmektedir.



Şekil 3.4. Oturma düzeni

Yapılan bilgilendirmelerden sonra öğrencilere STEM eğitimi yaklaşımında kullanılan MTS basamakları sırasıyla derste uygulanmıştır.

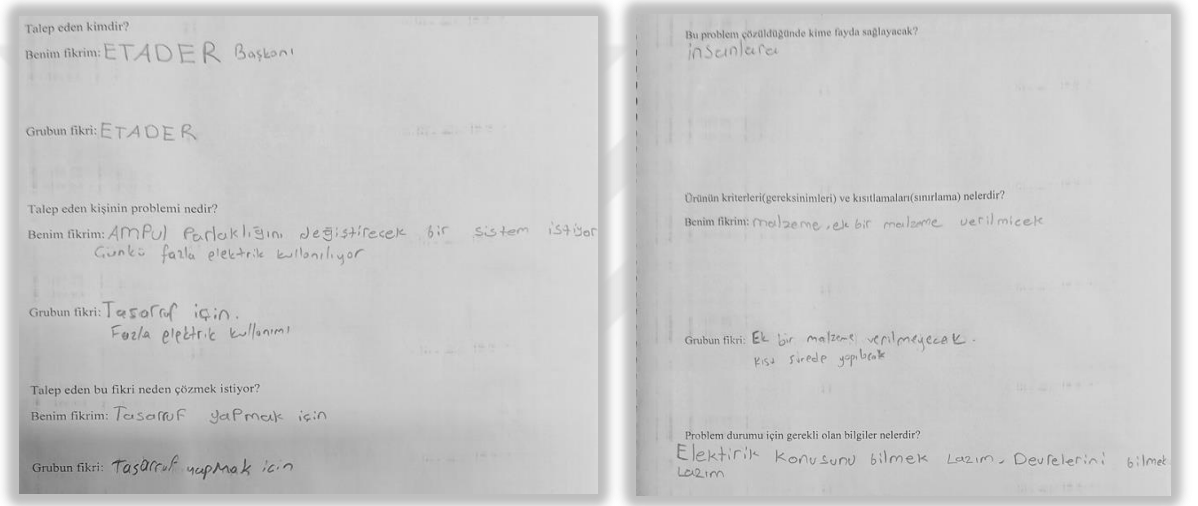
**1. Problemi Tanımlama Basamağı:** Gerekli sınıf düzenlemesi yapıldıktan ve MTS ile ilgili gerekli bilgiler öğrencilere sunulduktan sonra öğrencilere günlük hayat problemi ile ilgili senaryo sunulmuştur. Senaryo şu şekildedir:

**1.Mektup: PROBLEM DURUMU**

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?

Şekil 3.5. Probleme yönelik senaryo

Öğrencilere, kendilerine sunulan bu senaryo dâhilinde probleme yönelik soru sormaları ve çözüm düşünceleri gerektiği söylenmiştir. Problemin sahibi olan kurum ile iletişim kurmaları ve bu iletişimde kurum ile işbirliği içinde olmaları gerektiği de belirtilmiştir. Burada önemli olan ölçüt ve kısıtlama kavramlarından bahsedilerek öğrencilerin problem dahilindeki ölçüt ve kısıtlamaları belirtmeleri istenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin problemin sahibi kuruluştaki istedikleri soruları sormaları için fırsat tanınacağı söylenerek mühendislik not defterlerine sorularını yazmaları istenmiştir. Şekil 3.6’da MTS’nin ilk basamağı olan tanımlama kısmında yer alan sorulara bir öğrencinin defterine nasıl cevapladığı yer almaktadır.



Şekil 3.6. Bir Öğrenciye ait cevaplar

**2. Öğrenme Basamağı:** Tanımlama basamağından sonra öğrenme basamağına geçilmiştir. Bu aşamada öğrencilere önce 2. mektup sunulmuştur. Öğrencilerin sorulan soruları cevaplamaları sağlanarak ön öğrenmeleri harekete geçirilmiştir.

#### 2.Mektup:

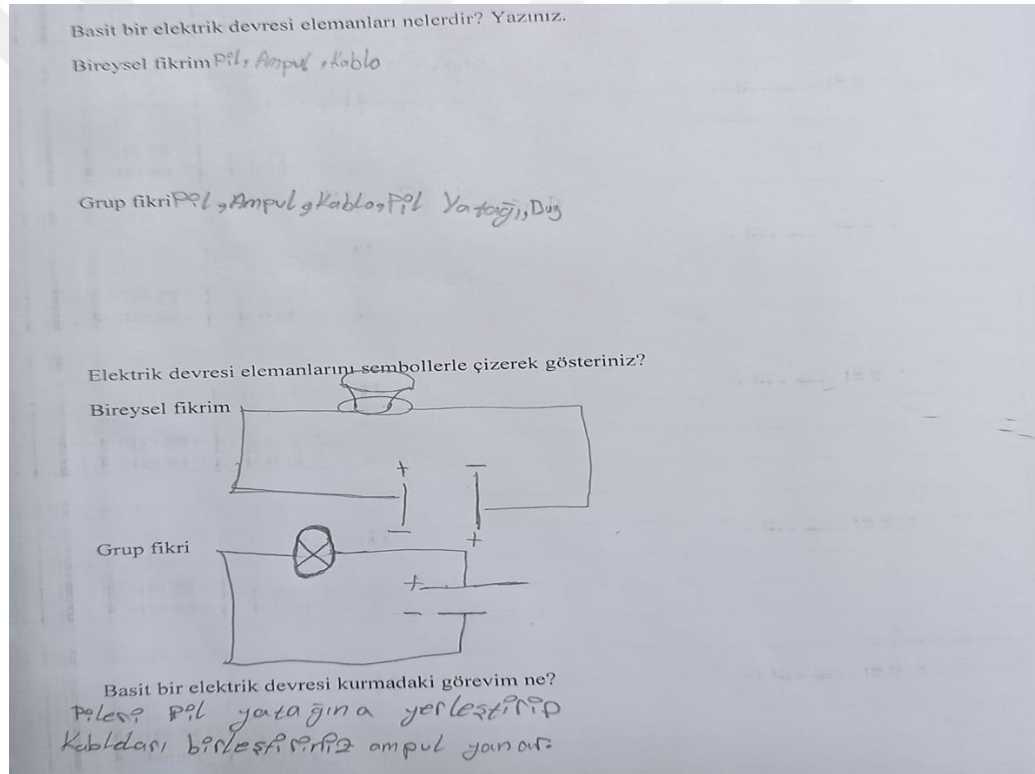
ETADER başkanlığından;

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.

Şekil 3.7. Öğrenme basamağına yönelik mektup

Öğrencilere basit elektrik devresi elemanları verilerek (1 adet ampul, iletken tel, duyu, pil yatağı, 2 adet pil, devre anahtarı) basit elektrik devresi elemanlarını tanımlamalarını ve basit elektrik devresi kurmaları istenmiştir. Bir öğrencinin Şekil 3.8’de MND’nde sorulan sorulara önce bireysel cevaplarını sonra da grupça vermiş oldukları cevabı yazdığı görülmektedir. Örneğin, ilk soruda öğrenci tarafından söylenmeyen cevaplar grup fikri olarak ortaya çıkmıştır. Bu sayede öğrencinin eksik ön öğrenmelerini görmesi ve gidermesi sağlanmıştır. Yine, şekilde ikinci kısımda öğrencinin elektrik devresi sembollerle ile yanlış çizimi sonrasında grup fikri olarak devre elemanlarının sembollerle doğru çizimi yapılmıştır. Öğrenci kendi yanlışlarını ve eksiklerini grup içi etkileşim ile görmektedir.



**Şekil 3.8.** Bir öğrenciye ait cevaplar

Öğrenme basamağında öğrenciler problemin çözülebilmesi amacıyla ihtiyaç duydukları bilimsel bilgileri öğrenmişlerdir. Öğrenme basamağı, toplamda beş ders konusundan oluşmaktadır. Bu derslere aşağıda sırasıyla yer verilmiştir.

**Ders-1. Ampul Parlaklığını Etkileyen Değişkenler:** Bu derste öğrenciler elektrik devresi kurarak devre elemanlarında meydana değişiklikler ile ampul parlaklığının nasıl değiştiğini deneyerek keşfetmişler ve gözlemlemişlerdir. Bu derste elektrik devresi, elektrik devresinde yer alan bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenler konuları üzerinde durulmuştur. Öğrenciler, basit bir elektrik devresi kurarak devre elemanlarını değiştirerek ampul parlaklıklarının nasıl değiştirebileceğine yönelik çalışma yapmıştır. “*Ampul parlaklığını nasıl artırabilirim ya da nasıl azaltabilirim? Basit elektrik devresinde ampulün yanmasını sağlayan devre elemanı nedir? Hangi devre elemanın sayısını değiştirirsem ampul parlaklığı değişir ve nasıl değişir? Pil sayısı değişirse ampul parlaklığı nasıl değişir? Ampul sayısı değişirse ampul parlaklığı nasıl değişir?*” gibi sorulara cevap aranmıştır. Öğrencilere 3. mektup sunulmuş ve sonrasında, öğrencilere basit elektrik devresi elemanları verilerek (3 adet ampul, iletken tel, duyu, pil yatağı, 2 adet pil, devre anahtarı) basit elektrik devresi kurmaları istenmiştir.

### 3.Mektup

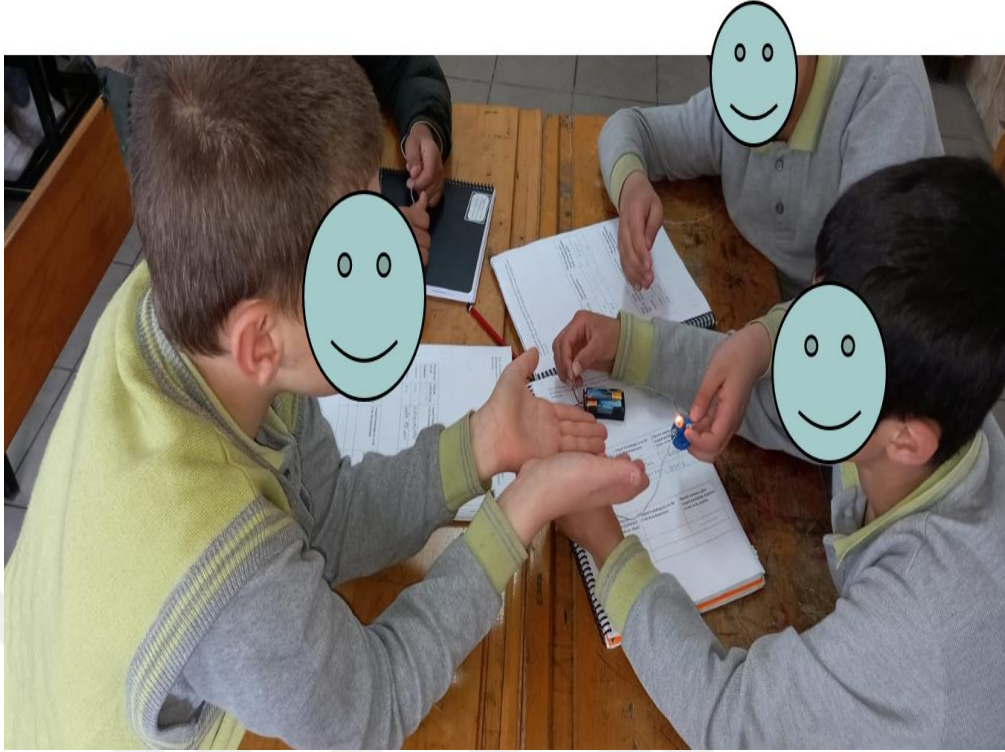
ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev ampul sayısının ve pil sayısının ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. Aynı ayrı ampul sayısını ve pil sayısını değiştirerek devreler kurun ve ampul parlaklığını gözlemleyiniz. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

### Şekil 3.9. Öğrenme basamağına yönelik mektup

“*Ampul parlaklığını arttırmak ya da azaltmak için neler yapılabilir?*” şeklinde sorularla öğrencilerin tahminleri grup içinde tartışılmıştır. Alınan ortak kararlar sonucunda öğrencilerden deney yapmaları istenmiştir. Deney esnasında dikkat edilecek hususlar da öğrencilere söylenmiştir. Örneğin; devrede bağlantılar yapılırken temassızlık olmamasına dikkat edilmelidir... vb. Deneyin amacını, deneyin neyi araştıracağını öğrencilerin açıkça ifade etmeleri istenmiştir. Sonra yapılan deneyde değişkenlerin neler olduğu tespit edilmiş ve bu değişkenler ifade edilmiştir. Öğrencilerin deneyde neler gözlemledikleri ve ne gibi sonuçlara ulaştıkları üzerinde bir karara varmaları sağlanmıştır.



**Şekil 3.10.** Uygulama sırasında öğrenciler

Yukarıdaki şekilde öğrencilerin kendilerine verilen deney malzemeleri ile değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik olarak fikir alış-verişinde bulundukları görülmektedir. MND’de öğrenme aktivitesi olarak öğrencilere aşağıda yer alan şekildeki gibi sorular sorulmuş ve deneyden önce bu soruları öğrencilerden cevaplamaları ve nedenini yazmaları istenmiştir. Deney öncesinde fikirlerini ve edinmeleri gereken bilgileri nasıl elde edebileceklerini yazan öğrenciler deney sonrasında neler öğrendim kısmına da deney sonrası bilgilerini yazmışlardır. Böylelikle öğrencilerin ön bilgileri ile son öğrenmelerinin karşılaştırılması hem öğrenciler hem de öğretmen tarafından sağlanmıştır.

Tablo 1.1. Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                                                                                                         | Nasıl öğrenebilirim?                                                                                                       | Deneyden sonra ne öğrendim?                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>1. Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum (X)<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır. fazla ampul fazla ışık verir. | Deneyi yapıp Vezir<br>Layıp deneysem.<br> | Ampul sayısı arttıkça<br>ve ampul parlaklığı<br>azalır. |
| <b>2. Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum (X)<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar. Az ampul az ışık.             | DENEYEREM<br>                             | Ampul sayısı azalırsa<br>ampul parlaklığı<br>artar.     |

Şekil 3.11. Bir öğrenciye ait cevaplar

Şekil 3.11.'de verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde 1. sütunda bulunan sorular ile bir öğrencinin (Ö9) ders ve deneyden önce ampul sayısının parlaklığa olan etkisine ilişkin fikirleri tespit edilmiştir. Tablonun 3. sütununda ise ders ve deneylerden sonra ne öğrendim bölümünde öğrencinin ne öğrendiği tespit edilmiştir. Örneğin Şekil 3.11.'de verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci ampul sayısı ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye dair cümleler ile ilgili verilen seçeneklerden birini işaretlemiş ve nedenini açıklamıştır. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde ne öğrendiğini paylaşmıştır.

Ampul sayısının parlaklığa olan etkisine yönelik yapılan bir öğrenme etkinliğinden sonra öğrencilere basit elektrik devresi elemanları verilmiş (1 adet ampul, iletken tel, duyu, pil yatağı, 2 adet pil, devre anahtarı) öğrencilerden devre kurmaları istenmiştir. Burada öğrenciler pil sayısı ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi gözlemlemişlerdir. Öğrenme basamağında kullanılan bir form örneği aşağıdaki şekilde sunulmuştur.

Tablo 1.2. Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                                                                                                                            | Nasıl öğrenebilirim?       | Deneyden sonra ne öğrendim?                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı <u>artar</u>.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p> <p>Çünkü pil sayısı artarsa bir ampul de daha az ışık verir</p>            | <p>Deniyerek öğrenecez</p> | <p>Bir ampulde bir pil ışık azalır</p> <p>Bir ampulde iki pil ışık artar.</p> |
| <p>2. Pil sayısı azalırsa ampul parlaklığı <u>azalır</u>.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p> <p>Çünkü pil azaldıktan sonra ampulün kuvveti azalır ve ampul yanmaz</p> | <p>Deniyerek öğrenecez</p> | <p>Çünkü pilin kuvveti azaldığı için bir ampul de yanmaz</p>                  |

Şekil 3.12. Bir öğrenciye ait cevaplar

Şekil 3.12.'de verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, pil sayısı ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye dair cümleler ile ilgili verilen seçeneklerden birini işaretlemiş nedenini açıklamıştır. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde ne öğrendiğini paylaşmıştır.

Öğrenciler ampul sayısı ile ampul parlaklığı ve pil sayısı ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye yönelik fikirlerini hem bireysel hem de grupça MND'ye yazmışlardır. Aşağıdaki şekilde bir örnek verilmektedir.

### 3.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev ampul sayısının ve pil sayısının ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. Aynı ayı ampul sayısını ve pil sayısını değiştirerek devreler kurun ve ampul parlaklığını gözlemleyiniz. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Ampul sayısını artırmanın ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Evet Çünkü iki ampul olunca pil iki ampula  
göçeremiyor az parlıyor

Pil sayısını artırmanın ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Evet Çünkü pil artarsa ampul parlaklığı  
okadar artar.

Ampul sayısı ile ampul parlaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bireysel fikrim: Ampul sayısı artarsa enerji azalır ama  
bir ampul olursa parlaklığı artar.

Grup fikri: Ampul artarsa parlaklık azalır. Ama pil sayısı  
artarsa parlaklık artar.

Pil sayısı ile ampul parlaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bireysel fikrim: Pil eğer azalırda ampul parlaklığı-  
da azalır.

Grup fikri: Pil sayısı artarsa parlaklık artar.

Şekil 3.13. Bir öğrenciye ait cevaplar

**Ders-2. İletken ve Yalıtkan:** Bu derste önce öğrencilere 4. mektup sunulmuş ve öğrencilerin tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırmışlardır.

#### 4.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev hangi maddeler elektrik enerjini iletteceğini, hangi maddeler elektrik enerjisini iletmeyeceğini araştırmak. Tasarımımızı yapabilmemiz için elektrik devrelerinde hangi maddeleri kullanmalıyız? Ayrıca kullanacağımız tellerden hangisi daha iyi elektrik iletir? Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

**Şekil 3.14.** Öğrenme basamağına yönelik mektup

Elektrik devresinde çeşitli maddeler kullanarak ampulün ışık verip vermemesine göre maddelerin elektriği iletip iletmediklerini keşfetmişlerdir. Bu derste öğrenciler elektriksel iletkenlik ve elektriksel yalıtkanlık kavramlarını öğrenmişlerdir. Maddeleri elektriği iletip iletmemeye özelliğine göre iletken ve yalıtkan maddelere örnekler vererek sınıflandırmışlardır. İletken ve yalıtkan maddelerin günlük hayattaki kullanım alanlarını ve kullanım amaçlarını açıklamışlardır. İletken ve yalıtkan maddelerin özelliklerini ve kullanım alanlarını keşfetmeleri amacıyla öğrencilere basit elektrik devresi elemanları verilmiştir. Öğrenciler, hangi maddelerin elektriği iletilebileceği hangilerinin de iletilemeyeceği konusunda tartışmışlardır. Sonra öğrenciler hazırlamış oldukları iki ucu açık olan bir elektrik devresinde farklı maddeleri (kalem, uç, bakır tel, toplu iğne, silgi... vb.) iki uç arasına yerleştirerek ampulün yanıp yanmama durumlarını sırasıyla yerleştirmiş ve ampulün yanma durumunu gözlemleyerek MND'ye not almışlardır.

Tablo 2.2. Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği.

|                                                                                                                                                                                                                                   | Nasıl öğrenebilirim?                           | Deneyden sonra ne öğrendim?                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Elektrik enerjisinin taşınmasında iletken maddeler kullanılır.</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Elektrik enerjisinin taşınmasında iletken maddeler kullanılır.</p>       | <p>Deneyci elektrikli/elektrikli 2.</p>        | <p>Deneyi öğrenim</p> <p>Elektrik enerjisinin taşınmasında iletken maddeler kullanılır.</p> |
| <p>2. Elektrik çarpmasından korunmak için yalıtkan maddeler kullanılır.</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Elektrik çarpmasından korunmak için yalıtkan maddeler kullanılır.</p> | <p>Genel olarak 4. deneme miz lazım.</p>       | <p>Elektrik çarpmasından korunmak için yalıtkan maddeler kullanılır.</p>                    |
| <p>3. Genel olarak metaller iletken maddelerdir.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Çünkü metaller iletken maddelerdir.</p>                                                      | <p>Genel olarak metal iletken maddelerdir.</p> | <p>Genel olarak metaller iletken maddelerdir. Elektrik iletirler.</p>                       |

Şekil 3.15. Bir öğrenciye ait cevaplar

Şekil 3.15'te verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, iletken ve yalıtkan maddeler ile ilgili cümlelerde verilen seçeneklerden birini işaretlemiş ve nedenini açıklamıştır. Ders ve etkinliklerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde ise ne öğrendiğini paylaşmıştır.

Daha sonraki derste öğrencilere 5. mektup sunulmuş ve öğrencilere gerekli basit elektrik devresi elemanları verilerek bir elektrik devresinde ampul parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri belirlemek için devreler kurmaları istenmiştir. Bu değişkenlerin ampul parlaklığına etkisini gözlemlemeleri ve sonuçları açıklamaları istenmiştir.

#### 5.Mektup

ETADER başkanlığından;

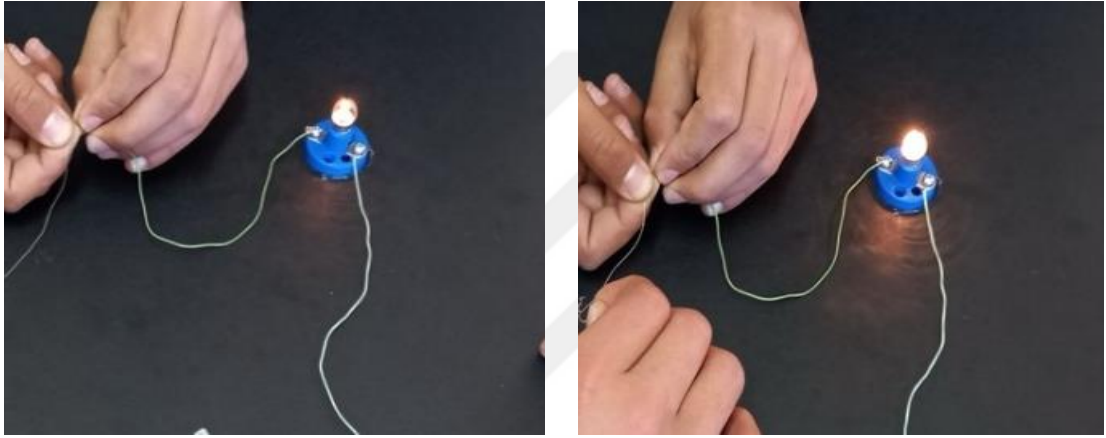
Değerli mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev farklı uzunluklara, farklı kesit alanlara sahip bakır ve krom-nikel tellerin ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. İletken telin cinsinin, uzunluğunun ve kesit alanının ampul parlaklığına etkisini göstermenizi istiyorum. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Şekil 3.16. Öğrenme basamağına yönelik mektup

**Ders-3. Bir Elektrik Devresinde Ampul Parlaklığının Bağlı Olduğu Değişkenler (İletkenin Cinsi, İletkenin Uzunluğu ve Kesit Alanı):** Bu derste öğrenciler verilen malzemeleri kullanarak basit elektrik devresinde ampul sayısı ve pil sayısını değiştirmeden sadece iletken telin cinsini değiştirerek ampul parlaklığının değişebileceğini keşfetmişlerdir. Ardından ampul sayısı ve pil sayısını değiştirmeden sadece iletkenin uzunluğunu değiştirerek ampul parlaklığının değişebileceğini keşfetmişlerdir. Son olarak da ampul sayısı ve pil sayısını değiştirmeden sadece iletkenin kesit alanını (kalınlığını) değiştirerek ampul parlaklığının değişebileceğini keşfetmişlerdir. “Farklı cins teller kullanılırsa elektrik devresinde ampul parlaklığı nasıl değişir?, Farklı uzunlukta iletken teller kullanılırsa ampul parlaklığı nasıl değişir?, Farklı kesit alanında iletken teller kullanılırsa ampul parlaklığı nasıl değişir?, Ampul parlaklığını arttırmak için en uygun tel hangisidir?, Elektrikğin iletilmesi için en kullanışlı tel hangisidir?” gibi sorulara öğrenciler cevap aramışlardır. Bu aşamada öğrenciler kendilerine verilen malzemeler ile üç ayrı deney tasarlamışlardır. Öncelikle verilen malzemeler ile (2 adet pil, 1 adet ampul, duy, aynı uzunluk ve kalınlıkta bakır ve nikel-krom tel) ile deney tasarlayarak iletken telin

cinsinin ampul parlaklığını nasıl değiştirdiğini gözlemlemişlerdir. Sonrasında verilen malzemeler ile (2 adet pil, 1 adet ampul, duy, aynı kalınlıkta farklı uzunlukta iki adet nikel-krom tel) ile deney tasarlayarak iletken telin uzunluğunun ampul parlaklığını nasıl değiştirdiğini gözlemlemişlerdir. Son olarak da verilen malzemeler ile (2 adet pil, 1 adet ampul, duy, aynı uzunlukta farklı kalınlıkta iki adet nikel-krom tel) ile deney tasarlayarak iletken telin kesit alanının (kalınlığının) ampul parlaklığını nasıl değiştirdiğini gözlemlemişlerdir.



**şekil 3.17.** İletkenin uzunluğuna bağlı olarak ampul parlaklığı değişimi deney görselleri

şekil 3.17’de verilen resimlerde öğrenciler, kurdukları basit elektrik devresinde aynı cins ve aynı kalınlıkta nikel-krom telleri ayrı ayrı devreye bağlayarak ampul parlaklıklarını gözlemlemiş ve karşılaştırmışlardır. Bu sayede iletkenin uzunluğuna bağlı olarak ampul parlaklığının nasıl değiştiğini keşfetmişlerdir.

şekil 3.18’de öğrenme basamağının bir bölümünde bir öğrencinin deney sonucunda grupça elde ettikleri verilerin not edildiği ve elde edilen verilerin sorulan sorular ile değerlendirildiği bir bölüme ait örnek yer almaktadır.

Aynı uzunluktaki farklı kalınlıktaki nikel-krom telleri devreye ayrı ayrı bağladığımızda ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden? İletken telin kalınlığı(kesit alanı) ile ampul parlaklığı ilişkisini söyleyiniz.

oldu ince uz kolin çok oldu

| Nikel-krom tel için Aşamalar | TELİN UZUNLUĞU | Ampul Parlaklığı(Az ya da Çok) Karşılaştırması | Önceki aşamaya göre Ampul parlaklığı değişimi (Arttı ya da Azaldı) |
|------------------------------|----------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.deneme                     | 10 cm          | ÇOK Parlak                                     | -----                                                              |
| 2.deneme                     | 40 cm          | az Parlak                                      | Azaldı                                                             |

| Nikel-Krom tel için Aşamalar | TELİN KALINLIĞI (Kesit Alanı) | Ampul Parlaklığı(Az ya da Çok) Karşılaştırması | Önceki aşamaya göre Ampul parlaklığı değişimi (Arttı ya da Azaldı) |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.deneme                     | 0,20 mm                       | Az Parlak                                      | -----                                                              |
| 2.deneme                     | 0,40 mm                       | ÇOK Parlak                                     | çok Artı                                                           |

Şekil 3.18. Bir öğrenciye ait cevaplar

Öğrenciler, yapmış oldukları deneyler doğrultusunda ampul parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri keşfetmişlerdir. Bu ders öncesinde ve sonrasında öğrencilerin MND’de yer alan alanları doldurdıkları bir öğrenme formu örneği aşağıdaki şekilde verilmiştir.

Tablo 3.1, Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                                                                                                                                                                         | Nasıl öğrenebilirim?       | Deneyden sonra ne öğrendim?                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|
| <p>1. Farklı cins iletken tellerin bağlandığı basit elektrik devresinde ampul parlaklığı değişiklik gösterir.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum (X)</p> <p>Nedeni:</p>                                                                   | <p>Deneyerek öğreneyim</p> | <p>evet ne kadar kalın olursa artar</p>                 |
| <p>2. Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar?</p> <p>Katılıyorum (X)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: iletken delin uzunluğu yeterli değil parlaklık artar daha iyi iletir</p>         | <p>Deneyerek öğreneyim</p> | <p>Hayır uzun olursa ampul az yanar</p>                 |
| <p>3. Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar?</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: iletken kalınlığına göre ampul parlaklığı az yanar elektrik geçişi zor olur</p> | <p>Deneyerek öğreneyim</p> | <p>evet kalın ne kadar artarsa o kadar parlak yanar</p> |

Şekil 3.19. Bir öğrenciye ait cevaplar

Şekil 3.19’da verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci iletken telin sahip olduğu özellikler ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye dair cümlelere verilen seçeneklerden birini işaretlemiş ve nedenini açıklamıştır. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde ise derste öğrendiğini paylaşmıştır.

Daha sonraki derste öğrencilere 6. mektup sunulmuştur. Öğrencilerin elektriksel direnci tanımlamaları sağlanmıştır. Öğrencilere gerekli elektrik devresi elemanları verilerek bir elektrik devresinde elektriksel direnç ile ampul parlaklığı ilişkisini açıklamaları sağlanmıştır. İletken telin sahip olduğu elektriksel direncin bağlı olduğu değişkenleri deneyler ile açıklamaları sağlanmıştır.

#### 6.Mektup

ETADER başkanlığından;

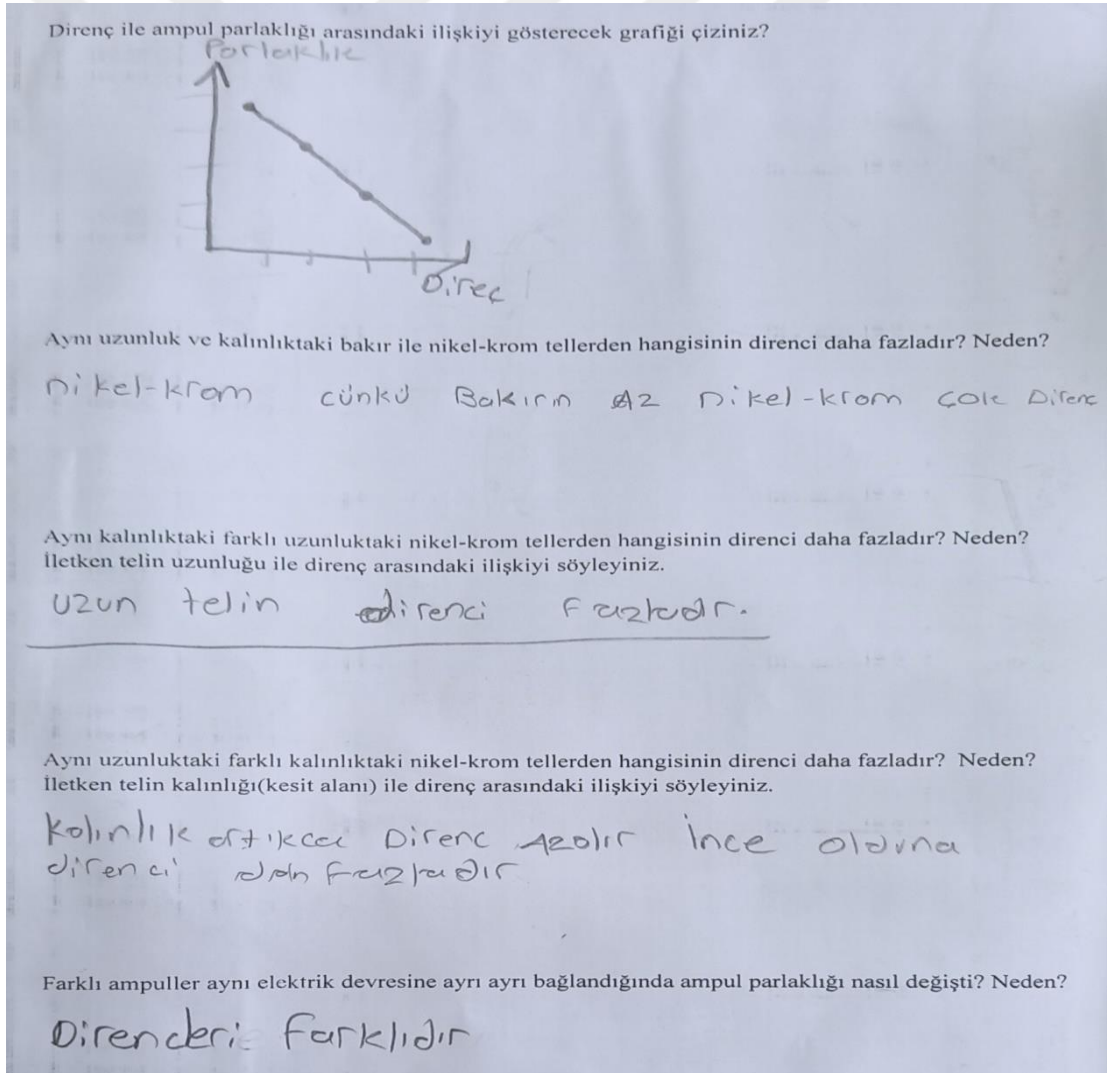
Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev farklı dirençlerin ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. İletkenin direncinin ampul parlaklığına etkisini gösterecek grafik çizmenizi istiyorum. İletken telin cinsinin, uzunluğunun ve kesit alanının iletkenin direncine etkisini göstermenizi istiyorum. Ayrıca farklı ampuller aynı devreye ayrı ayrı bağlandığında parlaklıklarını gözlemlemenizi istiyorum. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

#### Şekil 3.20. Öğrenme basamağına yönelik mektup

**Ders-4. Elektriksel direnç ve elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler (iletkenin cinsi, uzunluğu ve kesit alanı):** Önceki derste yapılan deneyler ile öğrenciler iletken telin özellikleri ile ampul parlaklığı ilişkisini açıklamışlardır. Bu ders sonunda ise öğrencilerden ampul parlaklığının fazla olduğu durumlarda elektrik enerjisinin fazla iletildiğini, ampul parlaklığının az olduğu durumlarda az iletildiğini söylemeleri beklenmiştir ve elektrik enerjisine karşı gösterilen bu zorluğu direnç olarak tanımlamaları sağlanmıştır. Devrede iletken telin sahip olduğu elektriksel direnç özelliğinin değiştikçe ampul parlaklığının değiştiğini fark etmişlerdir. Öğrenciler elektriksel direnç ile ampul parlaklığı ilişkisini açıklamışlardır. Öğrenciler iletkenin sahip olduğu elektriksel direncin bağlı olduğu değişkenleri açıklamıştır. Öğrenciler iletkenin cinsi, uzunluğu ve kesit alanı ile direnç ilişkisine yönelik çıkarımlar yapmıştır. “Farklı cins tellerin direnci nasıldır?, İletken tellerin uzunluğu ve kesit alanı değişirse direncini nasıl etkiler?, İletken telin uzunluğu artarsa ya da azalırse devredeki ampulün parlaklığı nasıl değişir?, İletken telin kalınlığı (kesit alanı) artarsa ya da azalırse devredeki ampulün parlaklığı nasıl değişir?, Ampul parlaklığını arttırmak ya da azaltmak için hangi cins tel kullanılmalıdır?, Ampul

parlaklığını arttırmak ya da azaltmak için iletken telin uzunluğu ve kalınlığı nasıl olmalıdır?” gibi sorulara öğrenciler cevap aramışlardır. Bu aşamada öğrenciler kendilerine verilen malzemeler (farklı kalınlık ve uzunlukta nikel-krom teller (iki telin kalınlığı aynı uzunluğu farklı ve ikisinin uzunluğu aynı kalınlığı farklı olacak şekilde 3 adet), pil, duyu ampul, bağlantı kablosu) ile deney tasarlayarak iletkenin uzunluğu ve kesit alanı ile ampul parlaklığının ilişkisine yönelik çıkarımlar yapmışlardır. Ampulün parlaklığını arttırmak ve azaltmak için iletken telin hangi özelliklerde olması gerektiğini keşfetmişlerdir. Şekil 3.21’de öğrenme basamağının bir bölümünde bir öğrencinin deney sonucunda elde ettikleri verileri, verilerin sorulan sorular ile değerlendirildiği ve verilerin değerlendirilmesi sonucu çizilen grafiğin bulunduğu bir bölüm yer almaktadır.



Şekil 3.21. Bir öğrenciye ait cevaplar

Öğrenciler yapmış olduğu deneyler doğrultusunda elektriksel direnç ile ampul parlaklığı ilişkisini ve iletkenin sahip olduğu elektriksel direncin bağlı olduğu değişkenleri keşfetmişlerdir. Bu ders öncesinde ve sonrasında öğrencilerin MND’de yer alan alanları doldurdıkları bir öğrenme formu örneği aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

**Tablo 4.1. Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                               | Nasıl öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne öğrendim?                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|
| <p>1. Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: gördüğüm direnç ne kadar artarsa ampul parlaklığı o kadar azalır.</p>                              | <p>Deney yaparak</p> | <p>Küçük direnç çok yanar.</p> <p>Büyük direnç az yanar.</p> |
| <p>2. Aynı uzunluk ve aynı kalınlıktaki farklı cins tellerin dirençleri birbirinden farklıdır.</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: gördüğüm aynı cinsten ve kalınlıkta olan tellerin dirençleri birbirlerinden farklıdır.</p> | <p>Deney yaparak</p> | <p>Büyük direnç az yanar.</p>                                |
| <p>3. İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar?</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum (✓)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: iletken ne kadar uzun olursa direnci de azalır.</p>                                                                               | <p>Deney yaparak</p> | <p>Uzun olan telin direnci çok tur.</p>                      |
| <p>4. İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar?</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.</p>                                                                                   | <p>Deney yaparak</p> | <p>Kalınlık olan telin direnci azdır.</p>                    |

**Şekil 3.22.** Bir öğrenciye ait cevaplar

Şekil 3.22’ de verilen öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci iletken telin direnci ve direncinin bağlı olduğu değişkenler ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiye dair cümlelere verilen seçeneklerden birini işaretlemiş ve nedenini açıklamıştır. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde ise derste öğrendiklerini paylaşmıştır.

**Ders-5. Ampul de bir dirençtir:** Bu derste öğrenciler ampullerin de bir direncinin olduğunu keşfetmişlerdir. Farklı ampullerin farklı dirençlerinin olabileceğini ve farklı dirençlere sahip ampullerin de farklı parlaklıklar oluşturabileceğini açıklamışlardır. Bu aşamada öğrenciler kendilerine verilen malzemeler (iki farklı ampul, pil, duy, bağlantı kablosu) ile deney tasarlayarak farklı ampullerin devredeki parlaklığının nasıl değiştiğini gözlemlemişlerdir. Ampulün de direncinin olduğunu keşfetmişlerdir. Ampulün içindeki telin direncinin olduğu, farklı ampullerin farklı dirençlerinin olduğu gözlemlenmiştir.

Öğrenciler MTS’nin öğrenme basamağında birçok deney yaparak ayarlanabilir anahtar tasarımında ürünü oluşturabilmek için gereken ön öğrenmelerini keşfederek öğrenmişlerdir. Bundan sonraki basamak olan planlama basamağına geçilmiştir.

**3. Planlama Basamağı:** Öğrenme basamağından sonra geçilen planlama basamağında öğrencilere önce 7. mektup sunulmuştur.

#### 7.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

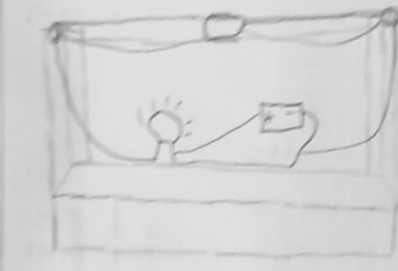
Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile artık ayarlanabilir bir anahtar tasarlamamız gerekiyor. Bütün malzemeleri her mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Bu malzemeleri hem tasarruflu hem de en iyi tasarlamamız gerekiyor.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

**Şekil 3.23.** Planlama basamağına yönelik mektup

Bu derste öğrencilere problemin ölçüt ve kısıtlamaları hatırlatılmıştır. Bu ölçüt ve kısıtlamalara uygun olacak şekilde, öğrenme basamağında öğrendikleri bilgiler ile

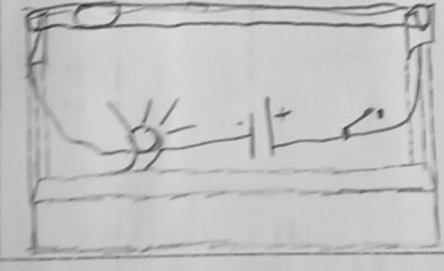
plan yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin bu planları kanıta dayalı olarak açıklamaları gerektiği belirtilmiştir. Öğrenciler öğrenme basamağında öğrendikleri bilgileri nerede kullandıklarını açıklamışlardır. Bu derste araştırmacı tarafından gruplara eşit malzemeler verilmiştir. Öğrenciler oluşturacakları ürünün tasarım fikrini önce bireysel olarak MND'lerine çizmişler daha sonra ise grupça verdikleri karar doğrultusunda grupça tasarım fikrine çizmişlerdir ve ürünlerinin ne işe yarayacağını ifade etmişlerdir. Öğrenciler karar verdikleri tasarımın ölçüt ve kısıtlamalarını en iyi sağlayan planı geliştirmişlerdir. Tasarım planını hazırlarken problemin çözümü için veya ürünün geliştirilmesi için hangi malzemelerin kullanılacağını belirtilmişlerdir. Şekil 3.24.'de planlama basamağında bir öğrencinin bireysel ve grupça tasarım fikrini gösteren bölüm yer almaktadır.

**Bireysel Tasarım Fikri: (Birden fazla tasarım fikri olabilir.)**

| Tasarım Fikrinizi Çiziniz.                                                          | Sizce neden işe yarayacak?                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|  | çünkü basit elektrik Devresinin enerjisi iletirmek için yapcam |

Grupça denemeler yaparak ve ortak bir tasarım fikri belirleyiniz.

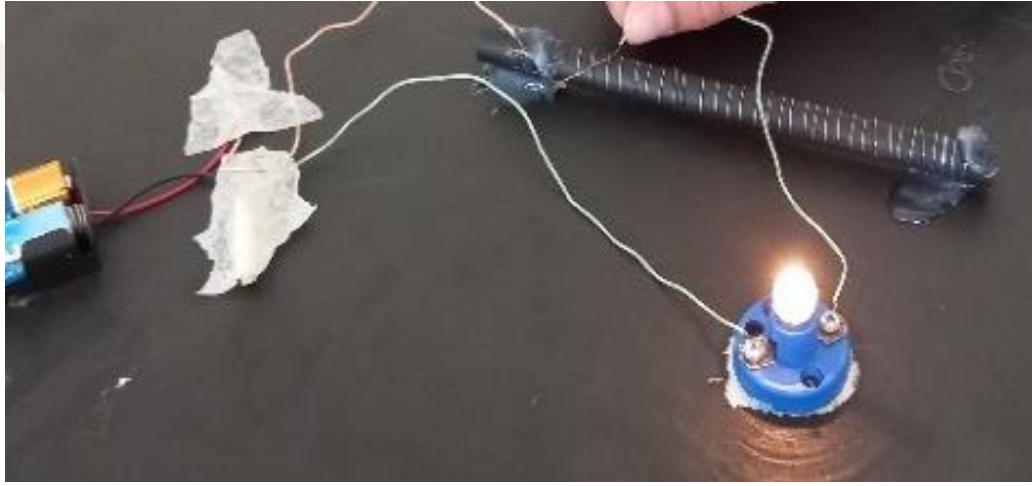
**Grubun Tasarım Fikri:**

| Tasarım Fikrinizi Çiziniz.                                                          | Sizce neden işe yarayacak?                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|  | çünkü Parlaklığı daha hızlı iletmemize yarar |

**Şekil 3.24.** Bir öğrencinin bireysel ve grupça tasarım fikri

**4. Deneme Basamağı:** Çizimlerini tamamlayan öğrenciler deneme basamağına geçmişlerdir. Bu basamakta öğrenciler verilen malzemeleri kullanarak grupça karar vermiş oldukları tasarım planlarını denemişlerdir. Bu basamakta deneme yaptıkları tasarım planına ait örnek ürün oluşturmuşlardır. Örnek ürün oluşturulmasının ardından bir sonraki basamak olan test etme basamağına geçmişlerdir.

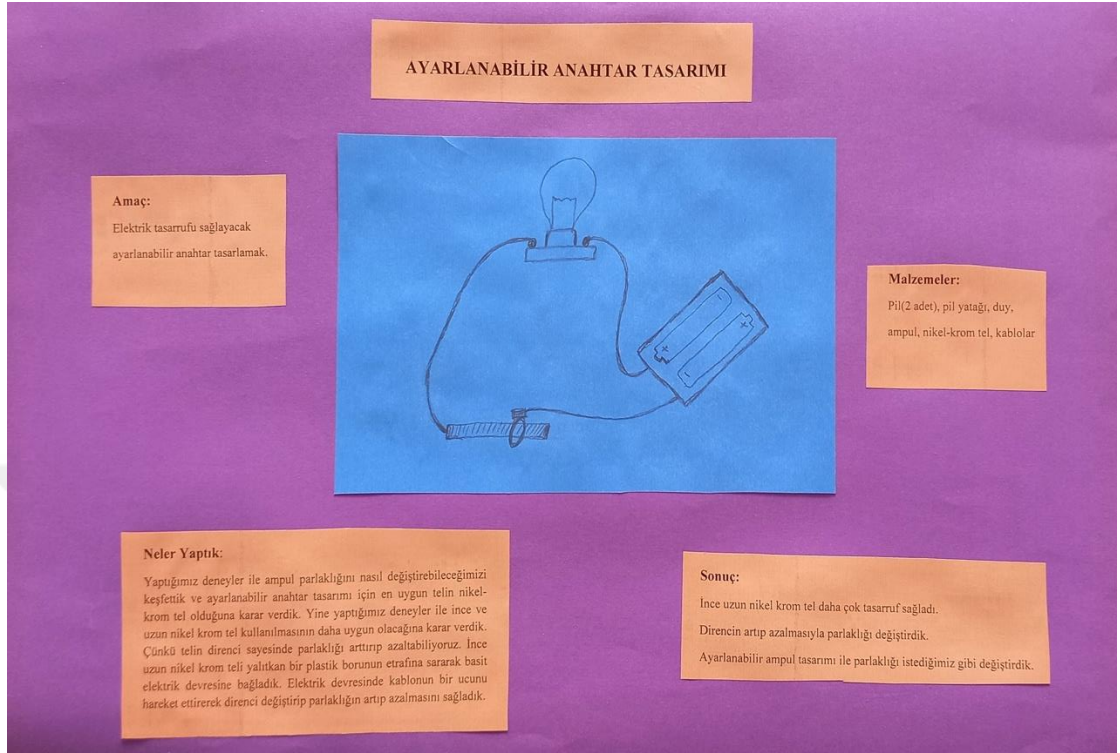
**5. Test Etme Basamağı:** Bu basamakta öğrenciler ürünlerini test edip sonuçlarını analiz etmişlerdir. Ürününü test edip analizlerini toplayan öğrenciler ürünün karar verme basamağına geçmişlerdir. Aşağıdaki şekilde öğrenci gruplardan birinin tasarlamış oldukları ürüne yönelik test etme aşamalarından bir görsel sunulmuştur.



**Şekil 3.25.** Bir öğrenci grubuna ait test sürecine yönelik bir görsel

**6. Karar Verme Basamağı:** Bu basamakta, öğrenciler şirketin geri dönütüne göre ürünlerinin ölçüt ve kısıtlamalara uygun olup olmadığına karar vermişlerdir. Eğer ürünler ölçüt ve kısıtlamaları yeterince sağlamıyorsa bir yerde bir hata yaptıkları ve tekrar oraya dönmeleri gerektiği belirtilmiştir. Geri dönerek hatanın nereden kaynaklandığını belirlemeleri ve ürün tasarımını yeniden gözden geçirmeleri gerektiği hatırlatılmıştır. Probleme çözüm bulan gruplar şirkete çözümlerini anlatan bir poster hazırlamaları ve sunmaları gerektiği belirtilmiştir. Bu derste öğrenciler hazırladıkları ürüne yönelik poster sunularını tüm sınıfta diğer gruplar ile paylaşmışlardır.

Yapılan sunumlardan sonra MTS dersleri sonlandırılmıştır ve öğrencilere EKYT son test olarak uygulanmıştır.



Şekil 3.26. Öğrenci Sunumuna Ait Örnek Bir Poster

### 3.5. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen ön test ve son test verileri iki şekilde puanlandırılmıştır. Birinci olarak doğru cevaba göre puanlandırılmıştır. Bu şekilde yapılan puanlama üç aşamalı olan EKYT'nin birinci aşamasına göre yapılmıştır. Puanlama yapılırken testin birinci aşamasında doğru cevap işaretlendiyse 1 puan, diğer durumlar için ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde yapılan puanlama “puanlama-1” olarak adlandırılmıştır. İkinci puanlama ise kavram yanlışlığına göre yapılan puanlamadır. Kavram yanlışlığına göre yapılan puanlama testin tüm aşamalarına göre yapılmıştır. Puanlama yapılırken testin birinci aşamasında kavram yanlışlığı içeren seçenek işaretlenmişse, ikinci aşamada da kavram yanlışlığına uygun açıklama yapılmışsa ve üçüncü aşamada eminim seçeneği işaretlenmiş ise bu durum 1 puan, diğer tüm durumlar 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu şekilde yapılan puanlama da “kavram yanlışlığı puanı (KY3)” olarak adlandırılmıştır.

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizlerinde SPSS 22 programı kullanılmıştır. Normallik analizi yapılırken örneklem sayısının 50 kişi ve üzeri olan çalışmalarda Kolmogorov-Smirnov, 50 kişiden az olan çalışmalarda ise Shapiro-Wilk normallik testinin kullanılması daha uygun olmaktadır (Büyüköztürk, 2007). Bu araştırmada 20 kişilik çalışma grubuna ön test ve son test olarak uygulanan EKYT puanlarının normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için Shapiro-Wilk testi ile normallik analizleri yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda EKYT'nin ön test ve son test olarak uygulanmasıyla elde edilen Shapiro-Wilk katsayıları verilmiştir.

**Tablo 3.9.** EKYT'nin Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Shapiro-Wilk Katsayıları

| Puanlama Türü                             | Test     | Shapiro-Wilk Katsayısı | Açıklama               |
|-------------------------------------------|----------|------------------------|------------------------|
| <b>Puanlama-1<br/>(Doğru Cevaba Göre)</b> | Ön Test  | 0,173                  | Normal Dağılım         |
|                                           | Son Test | 0,114                  | Normal Dağılım         |
| <b>Kavram Yanılgısı<br/>Puanı (KY3)</b>   | Ön Test  | 0,001                  | Normal Olmayan Dağılım |
|                                           | Son Test | 0,000                  | Normal Olmayan Dağılım |

Yukarıda verilen tabloda testlerin normallik testi analizleri sonucunda tek grubun puanlama-1 ön test ve son test puanlarının normal dağılım gösterdiği ( $p>0,05$ ), kavram yanılgısı ön test ve son test puanlarının (KY3) normallik testi analizi sonucunda normal dağılım göstermediği görülmektedir ( $p<0,05$ ). Aynı zamanda elde edilen verilerin çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerine bakılmış ve EKYT'nin ön test ve son test olarak uygulanmasıyla elde edilen çarpıklık ve basıklık puan değerleri aşağıda yer alan Tablo 3.10'da verilmiştir.

**Tablo 3.10.** EKYT'nin Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Çarpıklık ve Basıklık Puanları

|                                           | Test     | Çarpıklık<br>(Skewness) | Basıklık<br>(Kurtosis) |
|-------------------------------------------|----------|-------------------------|------------------------|
| <b>Puanlama-1<br/>(Doğru Cevaba Göre)</b> | Ön Test  | 0,008                   | -1,041                 |
|                                           | Son Test | -0,406                  | -0,528                 |
| <b>Kavram Yanılgısı<br/>Puanı (KY3)</b>   | Ön Test  | 1,342                   | 1,166                  |
|                                           | Son Test | 2,047                   | 4,080                  |

Elde edilen verilerde çarpıklık ve basıklık katsayı değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında çıkması durumunda verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilebilir (Tabachnick ve Fidell, 2015). Tablo 3.10'da verilen çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde puanlama-1 ön test ve son test puanlarının -1.5 ile +1.5 arasında olduğu ve normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle verilerin analizinde bağımlı-t testi kullanılmıştır. KY3 puanları için çarpıklık ve basıklık değerlerinin söz konusu aralığın dışında olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı KY3 puanlarının analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır.

Araştırma sürecinde öğrenciler tarafından MND doldurulmuştur. Öğrencilerin MND'de bulunan sorulara ve bilgi formlarında verilen cümlelere verdikleri cevaplar ile kavram yanılgılarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Öğrencilerin derslerden önce MND'deki öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bilgi formlarındaki cümlelerde “Katılıyorum”, “Katılmıyorum” ve “Bilmiyorum” seçeneklerinden birini işaretleyerek nedenini açıklamaları istenmiştir. MND'de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere verilen cevaplar yüzdelik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen veriler öğrencilerin yaptıkları açıklamalar ile birlikte değerlendirilerek öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme gerçekleştikten sonra bilgi formlarında yer alan “Ne Öğrendim” bölümündeki öğrenci cevapları incelenerek kavram yanılgılarının giderilip giderilmediği incelenmiştir.

#### 4. BULGULAR VE YORUM

Bu araştırmada, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı ęrenmenin 6. sınıf ęrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanılığlarının giderilmesindeki etkisi belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın alt problemlerine yönelik bulgulara aşağıda sırasıyla yer verilmektedir.

##### 4.1. Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemini “6. sınıf ęrencilerinin elektrik kavram yanılığı testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu oluşurmaktadır. Bu alt probleme yönelik veriler puanlama-1 ve kavram yanılığı puanı (KY3) olmak üzere iki kategoride analiz edilerek değerlendirilmektedir. Puanlama-1 kategorisinde elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi sonucu bağımlı-t testi kullanılmış ve bu testin analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 4.1.** EKYT n Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Puanlama-1 Puanları Bağımlı-t Testi Analiz Sonuçları

| EKYT     | N  | Ortalama | Standart Sapma | t      | p     | Cohen d |
|----------|----|----------|----------------|--------|-------|---------|
| n Test  | 20 | 3,65     | 1,46           | -8,212 | 0,000 | 0,22    |
| Son Test | 20 | 7,95     | 2,32           |        |       |         |

Tablo 4.1 incelendiğinde çalışma grubuna ön test ve son test olarak uygulanan EKYT’nin Puanlama-1 puanları arasında anlamlı farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ( $t=-8,212$ ;  $p<0,000$ ). Bu anlamlı fark düşük etki büyüklüğüne sahiptir ( $d=0,22$ ). Etki büyüklüğü, örneklemden elde verilerin analizi sonucunda yokluk hipotezi ile belirtilen beklentilerden sapma düzeyini gösteren istatistiksel bir ölçüdür (Akbulut, 2024; Cohen, 1994; zsoy ve zsoy, 2013; Sullivan ve Feinn 2012; nalın, 2021). Etki büyüklüğü araştırılan konunun araştırılan anakütle üzerinde ne derece var olduğudur (Cohen, 1988). Cohen (1988) tarafından etki büyüklüğü aralıkları  $d=0,20$  ise küçük bir etki,  $d=0.50$  ise orta bir etki,  $d=0.80$  ise büyük bir etki olarak

belirlenmiştir. Elde edilen bu bulgulara göre 6. sınıf öğrencilerinin Puanlama-1 puan türü kapsamında STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme ile gerçekleşen uygulama sonunda gelişim gösterdikleri söylenebilir.

KY3 kategorisinde elde edilen verilerin normal dağılım göstermemesi sonucu Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmış ve bu testin analiz sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 4.2.** EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Kavram Yanılgısı Puanları (KY3) Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Analiz Sonuçları

| Sıralar         | n  | Sıra<br>Ortalamaları | Sıra<br>Toplamları | z      | p     |
|-----------------|----|----------------------|--------------------|--------|-------|
| Negatif Sıralar | 12 | 6,50                 | 78                 | -3,169 | 0,002 |
| Pozitif Sıralar | 0  | 0                    | 0                  |        |       |
| Eşit            | 8  |                      |                    |        |       |
| Toplam          | 20 |                      |                    |        |       |

**Tablo 4.3.** EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanmasıyla Elde Edilen Kavram Yanılgısı Puanları (KY3) Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonucu Oluşan İstatiksel Veriler

| EKT      | N  | Ortalama | Standart<br>Sapma | z      | p     | Cohen d |
|----------|----|----------|-------------------|--------|-------|---------|
| Ön Test  | 20 | 1,35     | 1,46              | -3,169 | 0,002 | 0,71    |
| Son Test | 20 | 0,45     | 0,83              |        |       |         |

Tablo 4.2 incelendiğinde çalışma grubunun EKYT ön test ve son test KY3 puanları arasında anlamlı farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır ( $z=-3,169$ ;  $p<0,05$ ). KY3 puanlarının analizinden elde edilen etki büyüklüğü değerine ( $d=0,71$ ) bakıldığında etkisi araştırılan değişkenimizin yani STEM eğitimi yaklaşımı etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanılgılarının giderilmesi üzerine etkisinin istatistiksel olarak öneminin orta etki büyüklüğünde ama büyük etki aralığına ( $d=0,80$ ) yakın olduğu görülmektedir. Tablo 4.2 incelendiğinde çalışma grubu 6. sınıf

öğrencilerinin EKYT testinden elde edilen KY3 puan ortalamaları arasında 12 öğrencinin ön test puanlarının son test puanlarından yüksek olduğu; 8 öğrencinin ön test-son test puanlarının eşit olduğu tespit edilmiştir. Son test puanlarının ön test puanlarından yüksek olan öğrenci ise bulunmamaktadır. Genel olarak KY3 puanlarının son testte düşük olması kavram yanlışlarının azaldığı şeklinde yorumlanabilir. Elde edilen bu bulgulara göre STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin uygulandığı grupta 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılabilir.

Çalışma grubunda 6. sınıf öğrencilerinin EKYT'nin ön test ve son test olarak uygulanması sonucunda testin birinci aşamasında kavram yanlışlığı içeren seçenekleri işaretleme yüzdeleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

**Tablo 4.4.** EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanması Sonucunda Öğrencilerin Kavram Yanlışlığı İçeren Seçenekleri İşaretleme Yüzdeleri

| Soru No | Kavram Yanlışlığı İçeren Seçenekler | Ön Test (f/ %) |    | Son Test (f/ %) |    |
|---------|-------------------------------------|----------------|----|-----------------|----|
|         |                                     | f              | %  | f               | %  |
| 1. Soru | 1B, 1C, 1D                          | 15             | 75 | 3               | 15 |
| 2.Soru  | 2C                                  | 12             | 60 | 1               | 5  |
| 3.Soru  | 3B, 3C, 3D                          | 17             | 85 | 9               | 45 |
| 4.Soru  | 4A, 4D                              | 15             | 75 | 2               | 10 |
| 5.Soru  | 5B, 5C, 5D                          | 9              | 45 | 4               | 20 |
| 6.Soru  | 6A, 6C, 6D                          | 14             | 70 | 6               | 30 |
| 7.Soru  | 7A, 7C, 7D                          | 13             | 65 | 9               | 45 |
| 8.Soru  | 8A, 8C, 8D                          | 15             | 75 | 9               | 45 |
| 9.Soru  | 9A, 9C                              | 11             | 55 | 7               | 35 |
| 10.Soru | 10A, 10B, 10D                       | 10             | 50 | 7               | 35 |
| 11.Soru | 11A, 11B, 11C                       | 18             | 90 | 15              | 75 |
| 12.Soru | 12A, 12C                            | 10             | 50 | 7               | 35 |
| 13.Soru | 13A, 13B                            | 6              | 30 | 4               | 20 |

Tablo 4.4 incelendiğinde 6. sınıf öğrencilerinin STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme gerçekleşmeden önce uygulanan ön test içerisindeki kavram yanlışlığı bulunan seçenekleri işaretleme yüzdesi, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme uygulandıktan sonra uygulanan son test içerisindeki kavram yanlışlığı bulunan seçenekleri işaretleme yüzdesinden bütün sorular için daha fazladır. Uygulama sonucunda kavram yanlışlıklarının azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunda var olan kavram yanlışlıklarını azalttığı çıkarımı yapılabilir. Ayrıca EKYT'den elde edilen betimsel istatistik verileri kullanılarak değerlendirildiğinde 6. sınıf öğrencilerinin ön testten ve son testten aldıkları kavram yanlışlığı puanlarına (KY3) ait veriler Tablo 4.5'te verilmiştir.

**Tablo 4.5.** EKYT Ön Test ve Son Test Olarak Uygulanması Sonucunda Öğrencilerin Kavram Yanlışlığı Puanlarına (KY3) Ait Betimsel İstatistik Verileri

|                | Ön Test | Son Test |
|----------------|---------|----------|
| Öğrenci Sayısı | 20      | 20       |
| Ortalama       | 1,35    | 0,45     |
| Ortanca        | 1       | 0        |
| Standart Sapma | 1,46    | 0,82     |
| Min.Puan       | 0       | 0        |
| Maks.Puan      | 5       | 3        |

Tablo 4.5'te ön test ve son testten alınan kavram yanlışlığı puanlarının ortalamaları karşılaştırıldığında, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme uygulandıktan sonra kavram yanlışlığı puanlarının azaldığı görülmektedir. Dolayısıyla STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin uygulandığı çalışma grubunda 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusunda var olan kavram yanlışlıklarının giderilmesinde etkili bir yöntem olduğu söylenebilir.

#### 4.2. Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemini “6. sınıf öğrencilerinin Mühendislik Not Defteri'nde yer alan kavram yanlışlıkları nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır. Öğrenciler

uygulama süreci içerisinde MND'yi doldurmuşlardır. MND' de yer alan sorular ve bilgi formlarında verilen cümleler ile öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olup olmadıkları ve STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme gerçekleştikten sonra bu kavram yanılgısının giderilmesinde etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

MND'de yer alan öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bilgi formlarındaki cümleler (T: Tablo, C: Cümle) şeklinde kısaltılarak aşağıdaki tabloda verilmiştir. Öğrencilerin bu bilgi formlarını derslerden önce doldurarak seçenekleri işaretlemeleri sağlanmıştır. Bu sayede öğrencilerin sahip oldukları kavram yanılgıları tespit edilmeye çalışılmıştır.

**Tablo 4.6.** MND'de Bulunan Öğrenme Aktivitesinde Kullanılabilecek Bilgi Formlarındaki Cümlelere Ait Öğrenci Cevaplarının Frekans ve Yüzdeleri

| Tablo/<br>Cümle | CÜMLELER                                                          | (%)Katılıyorum |    | (%)Katılmıyorum |    | (%)Bilmiyorum |    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|----|-----------------|----|---------------|----|
|                 |                                                                   | f              | %  | f               | %  | f             | %  |
| T-1.1;<br>C-1   | Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.                     | 11             | 55 | 6               | 30 | 3             | 15 |
| T-1.1;<br>C-2   | Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar.                     | 12             | 60 | 5               | 25 | 3             | 15 |
| T-1.2;<br>C-1   | Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.                        | 16             | 80 | 3               | 15 | 1             | 5  |
| T-1.2;<br>C-2   | Pil sayısı azalırsa ampul parlaklığı azalır.                      | 16             | 80 | 3               | 15 | 1             | 5  |
| T-2.2;<br>C-1   | Elektrik enerjisinin taşınmasında iletken maddeler kullanılır.    | 7              | 35 | 3               | 15 | 8             | 40 |
| T-2.2;<br>C-2   | Elektrik çarpmasından korunmak için yalıtkan maddeler kullanılır. | 11             | 55 | 2               | 10 | 7             | 35 |

|               |                                                                                                         |    |    |    |    |   |    |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---|----|
| T-2.2;<br>C-3 | Genel olarak metaller iletken maddelerdir.                                                              | 6  | 30 | 5  | 25 | 9 | 45 |
| T-3.1;<br>C-1 | Farklı cins iletken tellerin bağlandığı basit elektrik devresinde ampul parlaklığı değişiklik gösterir. | 13 | 65 | 2  | 10 | 4 | 20 |
| T-3.1;<br>C-2 | Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar.            | 9  | 45 | 7  | 35 | 3 | 15 |
| T-3.1;<br>C-3 | Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar.           | 7  | 35 | 8  | 40 | 5 | 25 |
| T-4.1;<br>C-1 | Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.                        | 11 | 55 | 7  | 35 | 2 | 10 |
| T-4.1;<br>C-2 | Aynı uzunluk ve aynı kalınlıktaki farklı cins tellerin dirençleri birbirinden farklıdır.                | 12 | 60 | 3  | 15 | 5 | 25 |
| T-4.1;<br>C-3 | İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar.                                                       | 8  | 40 | 10 | 50 | 2 | 10 |
| T-4.1;<br>C-4 | İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.                                                      | 12 | 60 | 4  | 20 | 4 | 20 |

Yukarıdaki tabloya göre, öğrencilerin MND’de bulunan öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bilgi formlarındaki cümlelere ait işaretledikleri cevapların yüzdesi incelendiğinde en fazla T-4.1; C-4’te yer alan “*İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.*” kavram yanılıgına sahip oldukları görülmektedir. Bu cümlede öğrencilerden 12 kişi (%60) ‘*Katılıyorum*’ seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu cümleye öğrencilerden 4 kişi (%20) ‘*Katılmıyorum*’ seçeneğini belirterek doğru cevap vermiştir. 4 öğrenci (%20) ise bilmediğini belirtmiştir.

Öğrencilerin cevapları incelendiğinde, öğrencilerin T-4.1; C-1 de yer alan “*Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.*” kavram yanılıgına sahip oldukları görülmektedir. Bu cümlede öğrencilerden 11 kişi (%55) “*Katılıyorum*” seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu cümleye öğrencilerden 7 kişi

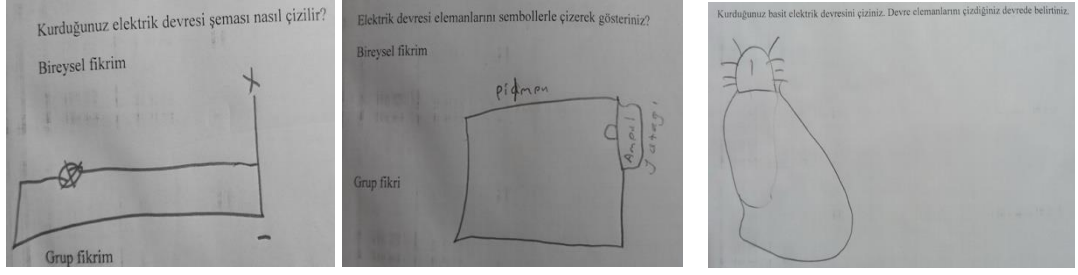
(%35) “*Katılmıyorum*” seçeneğini belirterek doğru cevap vermiştir. 2 öğrenci (%10) ise bilmediğini belirtmiştir.

Öğrencilerin T-3.1; C-2 de yer alan “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir. Bu cümlede öğrencilerden 9 kişi (%45) ‘*Katılıyorum*’ seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu cümleye öğrencilerden 7 kişi (%35) ‘*Katılmıyorum*’ seçeneğini belirterek doğru cevap vermiştir. 3 öğrenci (%15) ise bilmediğini belirtmiştir. Öğrencilerden 1 kişi ise herhangi bir işaretleme yapmamıştır.

Öğrencilerden 10 kişi (%50) T-4.1; C-3 de yer alan “*İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar.*” cümlesinde ‘*Katılmıyorum*’ seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu cümleye öğrencilerden 7 kişi (%35) ‘*Katılıyorum*’ seçeneğini belirterek doğru cevap vermiştir. 2 öğrenci (%10) ise bilmediğini belirtmiştir. Öğrencilerden 1 kişi ise herhangi bir işaretleme yapmamıştır. Öğrencilerin %50’sinin ‘*İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de azalır.*’ kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir.

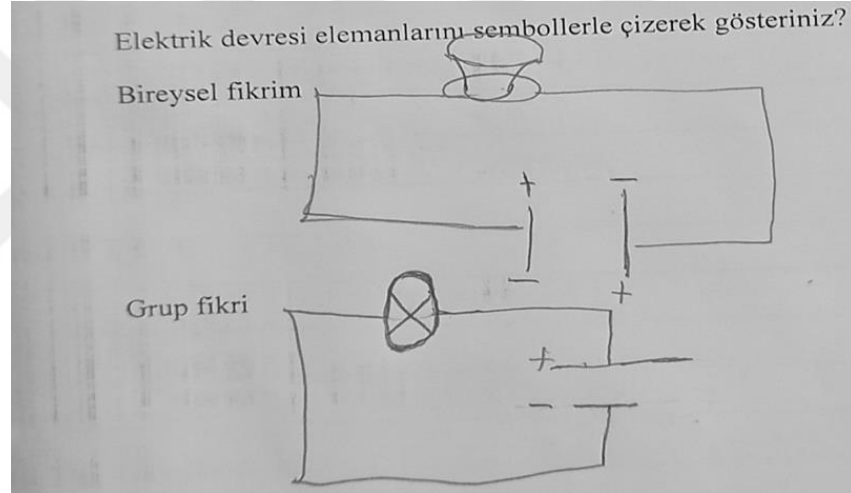
Öğrencilerden 8 kişi (%40) T-3.1; C-3 de yer alan “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar.*” ‘*Katılmıyorum*’ seçeneğini işaretlemişlerdir. Bu cümleye öğrencilerden 7 kişi (%35) ‘*Katılıyorum*’ seçeneğini belirterek doğru cevap vermiştir. 5 öğrenci (%25) ise bilmediğini belirtmiştir. Öğrencilerin %40’ının “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da azalır.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmektedir.

Öğrencilerin yukarıda verilen kavram yanlışlıkları dışında Tablo 4.5’ de verilen cümlelerin içerdiği kavram yanlışlıklarına %10 ile %30 oranında sahip oldukları görülmektedir. Aşağıda verilen şekillerde MND’ de görülen bazı kavram yanlışlıkları gösterilerek belirtilmiştir. Aşağıda verilen şekillerde, bazı öğrencilerin MND’ de bulunan basit elektrik devresinin çizilmesi, elektrik devresinin semboller ile çizilerek gösterilmesi, kurulan elektrik devresinin çizilmesi gibi sorulara verdikleri cevaplar yer almaktadır.



**Şekil 4.1a.** Bazı Öğrencilere Ait MND’de Sorulan Bazı Sorulara Verdikleri Cevaplar

Şekil 4.1a’ daki görseller incelendiğinde öğrencilerin “*Sembol ve resim kavramlarını birbirine karıştırma*”, “*elektrik devresi elemanlarının sembollerini yanlış bilme ve çizememe*” ve “*kurulmuş elektrik devresini çizmeme*” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.



**Şekil 4.1b.** Bir Öğrencinin MND’de Sorulan Bir Soruya Verdiği Cevabı

Bir öğrencinin Şekil 4.1b’de MND’de “*Elektrik devresi elemanlarını sembollerle çizerek gösteriniz?*” şeklinde sorulan sorunun bireysel fikrim kısmında yaptığı basit elektrik devresi çiziminde ampulün resmi ile sembolünü karıştırdığı ve pilin sembol olarak gösterimini yanlış çizdiği görülmektedir.

Öğrenciler MND’de yer alan bilgi formlarının deney ve etkinlikler yapılmadan önce birinci ve ikinci kısmına cevap vermişlerdir ve cevaplarının nedenini yazmışlardır. Ardından STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinlikleri ve deneyler yapıldıktan sonra, üçüncü kısma ne öğrendim sorusunun cevabını

yanıtlamışlardır. Aşağıda bir öğrenciye ait MND’de bulunan bilgi formalarından birine ait bir bölüm verilmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                          | Nasıl öğrenebilirim?                                                                                                         | Deneyden sonra ne öğrendim?                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <p>1. Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı çoğalır. Fazla ampul fazla ışık verir.</p> | <p>deneyi yapar ve her deneyi denesim.</p>  | <p>Ampulleri arttırırsam ampul parlaklığı azalır.</p> |

**Şekil 4.2.** Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 1.1 Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.2’ de verilen görselde bir öğrenci Tablo 1.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin birinci öncülünde “Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır” cümlesi için “Katılmıyorum” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı çoğalır. Fazla ampul fazla ışık verir.” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılabileceği üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “ampulleri arttırırsam ampul parlaklığı azalır.” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılabileceği üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                      |                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <p>2. Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar.</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı da azalır. Az ampul az ışık.</p> | <p>DENEYERİM</p>  | <p>Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|

**Şekil 4.3.** Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 1.1 Bilgi Formunun 2. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.3'te verilen görselde bir öğrenci Tablo 1.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin ikinci öncülünde “*Ampul sayısı azalır ampul parlaklığı artar.*” cümlesi için “*Katılmıyorum*” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “*Ampul sayısı azalır ampul parlaklığı azalır. Az ampul az ışık*” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılabileceği üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “*ampul sayısı azalır ampul parlaklığı artar.*” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılabileceği üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı <u>artar</u> <u>azalır</u></p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p> <p>Çünkü pil sayısı artarsa bir ampule de daha az güç verir</p> | <p>Deniyerek öğrenecez</p> | <p>bir ampule bir pil ışık azalır</p> <p>bir ampule iki pil ışık artar.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

**Şekil 4.4.** Bir Öğrenciye Ait MND'deki Tablo 1.2. Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.4' de verilen görselde bir öğrenci Tablo 1.2 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin ikinci öncülünde “*Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.*” cümlesi için “*Katılmıyorum*” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “*çünkü pil sayısı artarsa bir ampule de daha az güç verir.*” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılabileceği üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “*Bir ampule bir pil ışık azalır. Bir ampule iki pil ışık artar.*” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılabileceği üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                           |                                                                                             |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.Genel olarak metaller iletken maddelerdir.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum (x)<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: <i>günlük metaller iletken maddeler değildir.</i> | <i>Genel olarak metal-<br/>         leri metal maddeler<br/>         maddeler değildir.</i> | <i>Genel olarak metaller<br/>         iletken maddelerdir.<br/>         Elektriki iletirler</i> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Şekil 4.5.** Bir Öğrenciye Ait MND'deki Tablo 2.2 Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.5' de verilen görselde bir öğrenci Tablo 2.2 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin üçüncü öncülünde “Genel olarak metaller iletken maddelerdir.” cümlesi için “Katılmıyorum” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “Çünkü metaller iletken maddeler değildir.” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılabileceği üzere yanlış inancıya sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “Genel olarak metaller iletken maddelerdir. Elektriki iletirler.” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılabileceği üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| <b>2.Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar?</b><br>Katılıyorum (✓)<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: <i>Elektrik devresinin kablo sayısı artarsa parlaklığı çok artar.</i> | <i>Deneyerek</i> | <i>Kısa tel olursa parlaklık azalır</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|

**Şekil 4.6.** Bir Öğrenciye Ait MND'deki Tablo 3.1 Bilgi Formunun 2. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.6' da verilen görselde bir öğrenci Tablo 3.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin ikinci öncülünde “Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar.” cümlesi için

“Katılıyorum” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “*Elektrik devresinin kablosu uzarsa parlaklığı çok yanar.*” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılacağı üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “*Kısa tel olunca parlaklık çoğalır.*” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılacağı üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <p>3. Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar?</p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum (X)</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: <i>iletken kalınlaşınca ampul parlaklığı az gelir</i></p> | <p><i>Deneyerek öğrenelim</i></p> | <p><i>evet ne kadar artarsa o kadar parlak yanar</i></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|

**Şekil 4.7.** Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 3.1 Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.7’de verilen görselde bir öğrenci Tablo 3.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin üçüncü öncülünde “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar.*” cümlesi için “Katılmıyorum” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “*İletken kalınlaşınca ampul parlaklığı az yanar.*” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılacağı üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “*evet ne kadar artarsa o kadar parlak yanar.*” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılacağı üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

**Tablo 4.1.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği.

|                                                                                                                                                                                                            | Nasıl öğrenebilirim?                                            | Deneyden sonra ne öğrendim?                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Basit elektrik devresinde İletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.</b><br>Katılıyorum (✓)<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: <i>Çünkü direnç artınca Parlaklık artar</i> | <i>direnci basit elektrik devresinde deneyerek öğenebiliriz</i> | <i>Basit elektrik devresinde direnç artınca Parlaklık azaldı</i> |

**Şekil 4.8.** Bir Öğrenciye Ait MND'deki Tablo 4.1 Bilgi Formunun 1. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.8'de verilen görselde bir öğrenci Tablo 4.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin birinci öncülünde “*Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.*” cümlesi için ‘*Katılıyorum*’ seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “*Çünkü direnç artınca parlaklık artar.*” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılabileceği üzere kavram yanlışlığına sahip olduğu görülmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “*Basit elektrik devresinde direnç artınca parlaklık azaldı.*” cevabını verdiği görülmektedir. Bu cevaptan anlaşılabileceği üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanlışlığı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                               |                                                                  |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>3. İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar?</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum (✓)<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: <i>İletken telin uzunluğu arttıkça direnci azalır azalır.</i> | <i>iletken telin uzunluğunu ölçtim azaldı ki, 50 cm'ye kadar</i> | <i>iletken telleri uzunluğunu arttırdık direnci azaldı</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

**Şekil 4.9.** Bir Öğrenciye Ait MND'deki Tablo 4.1 Bilgi Formunun 3. Cümlesine Ait Cevabı

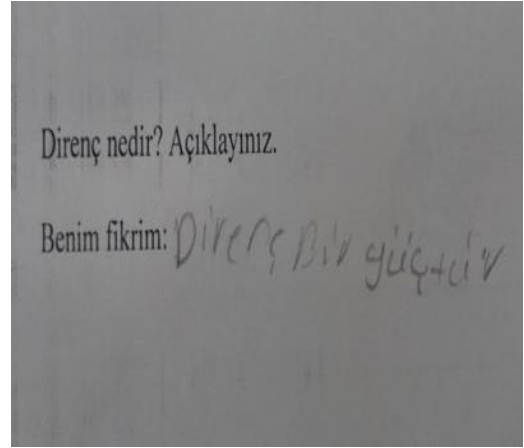
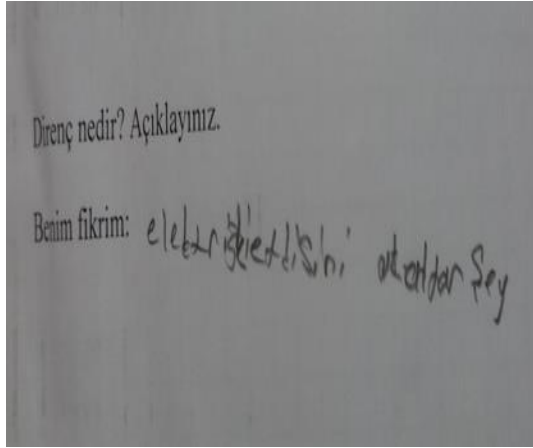
Şekil 4.9'da verilen görselde bir öğrenci Tablo 4.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin üçüncü öncülünde “*İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar.*” cümlesi için “*Katılmıyorum*” seçeneğini işaretleyerek nedeni

olarak; “İletken telin uzunluğu arttıkça direnci artmaz azalır.” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılacağı üzere kavram yanılıgına sahip olduğu görölmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “İletken tellerin uzunluğu arttıkça direnci de artar.” cevabını verdiği görölmektedir. Bu cevaptan anlaşılacağı üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanılıgı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                    |                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <p>4. İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar?</p> <p>Katılıyorum (✓)</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni: Eğer tel kalın olursa elektrik oradan kolayca geçemez bu yüzden doğru.</p> | <p>Demeye kalın bir iletken tel kalın olursa direnci de azalır ampul parlaklığı ne kadar yandığına göre artar.</p> | <p>iletken tel kalın olursa direnci de azalır ampul parlaklığı artar.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

**Şekil 4.10.** Bir Öğrenciye Ait MND’deki Tablo 4.1 Bilgi Formunun 4. Cümlesine Ait Cevabı

Şekil 4.10’da verilen görselde bir öğrenci Tablo 4.1 öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinin dördüncü öncülünde “İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.” cümlesi için “Katılıyorum” seçeneğini işaretleyerek nedeni olarak; “Eğer tel kalın olursa elektrik oradan kolayca geçemez bu yüzden doğru.” ifadesini belirtmiştir. Öğrencinin cevabından anlaşılacağı üzere kavram yanılıgına sahip olduğu görölmektedir. Öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra tablonun üçüncü sütununda öğrencinin “Ne Öğrendim?” sorusuna “İletken tel kalın olursa direnç de azalır ampul parlaklığı artar.” cevabını verdiği görölmektedir. Bu cevaptan anlaşılacağı üzere öğrenme etkinlikleri ile öğrencinin sahip olduğu bu kavram yanılıgı giderilmiş ve bilimsel olarak doğru bilgiyi öğrenmiştir.



**Şekil 4.11.** Bazı Öğrencilere Ait MND’de Sorulan Bazı Sorulara Verdikleri Cevaplar

Şekil 4.11’de bazı öğrencilerin MND de bulunan “Direnç nedir? Açıklayınız.” sorusuna verdikleri cevaplar yer almaktadır. Şekil 4.11’deki görseller incelendiğinde öğrencilerin direncin tanımını yapmakta zorlandıkları ve öğrencilerin “*direnç elektriğin etkisini azaltan şey, direnç bir güçtür*” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir.

Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilen örnekler incelendiğinde öğrencilerin dersten önce kavram yanlışlarına sahip oldukları, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinlikleri yapıldıktan sonra bu kavram yanlışlarının giderildiğini ve var olan öğrenmelerinin değiştiği söylenebilmektedir.

## 5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Bu bölümde STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi incelenerek elde edilen bulguların sonucunda araştırmanın alt problemlerine göre alanyazındaki ilgili çalışmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Çalışmanın birinci alt problemini “6. sınıf öğrencilerinin elektrik kavram yanlışları testi ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır. Puanlama-1 puanlarının bağımlı t-testi kullanılarak analizleri yapılmış ve çalışma grubu 6. sınıf öğrencilerinin EKYT’nin ön test ve son test olarak uygulanmasından elde ettikleri Puanlama-1 puanları arasında farkın son test lehine istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavramsal anlamalarına olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir. Bu araştırmadan elden edilen bu sonuca paralel olarak alanyazında STEM eğitiminin öğrencilerin fenle ilgili kavramsal anlamalarına ve öğrenmelerine olumlu etki ettiğine dair çalışmalar mevcuttur (Baltacı, 2019; Barrett vd., 2014; Cotabish vd., 2013; Demirel, 2019; Dikici, 2023; Ertam, 2023; Gülhan ve Şahin, 2017; Honey vd., 2014; Jeong ve Kim, 2015; Katehi, Pearson, ve Feder, 2009; Keteci, 2021; Kırıcı, 2019; Kurtoğlu ve Karşı Baydere, 2022; Robinson vd., 2014; Sayıcı, 2023; Sanders, 2009; Schnittka ve Bell, 2011). Dikici (2023) çalışmasında 8. sınıf fen bilimleri dersinde yapılan STEM etkinliklerinin DNA ve genetik kod konusunda öğrencilerin kavramsal anlama düzeyini arttırdığını belirlemiştir. Schnittka ve Bell (2011) yaptıkları çalışmada 8. sınıfta mühendislik temelli tasarım uygulamalarının öğrencilerin ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal değişimlerine olumlu etki ettiği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Keteci (2021) çalışmasında 5. sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri ile 5 farklı konuda gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin fenle ilgili kavramları öğrenmelerine olumlu katkı sağladığını ifade etmiştir. Ertam (2023) çalışmasında ‘Uzay araştırmaları’ konusunda FeTeMM yaklaşımı ile hazırlanan rehber materyal etkinliklerinin deney grubu 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına mevcut öğretim programına oranla daha fazla olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Benzer şekilde, Ekmekçi (2022) yaptığı çalışmada STEM eğitim sürecinde uygulanan etkinliklerin öğrencilerin “İş” ve “Enerji” alt boyutlarında kavramsal anlamalarında olumlu etkisinin olduğu sonucunu elde etmiştir. STEM etkinliklerin öğrencilerin aktif katılımını sağlaması, öğrenciyi merkeze alan, öğrenciye somut öğrenme deneyimleri sunması, öğrencilere öğrendiklerini transfer etme ve uygulama imkânı vermesi, gerçek hayat problemlerine çözüm üretmeye yönelik olması, işbirlikli ve akran öğrenmesini içermesi açılarından fen kavramlarının öğrenilmesine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir.

Kavram yanlışlığı (KY3) puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılarak analizleri yapılmış ve EKYT ön test ve son test KY3 puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğu sonucuna varılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar testi analizi sonucuna göre 6. sınıf öğrencilerinin EKYT testinden elde edilen verilere göre genel olarak KY3 puanlarında son testte, ön teste göre düşüş olduğu görülmektedir. KY3 puanları arasında farkın son test lehine istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlıklarının azaldığını göstermektedir. Benzer şekilde ön test ve son testten alınan kavram yanlışlığı puanlarının ortalamaları karşılaştırıldığında, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme uygulandıktan sonra kavram yanlışlığı puanlarının azaldığını görülmektedir. Buradan çıkan sonuçla STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin uygulandığı çalışma grubunda 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlıklarının giderilmesinde etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışma grubunda 6. sınıf öğrencilerinin EKYT’nin ön test ve son test olarak uygulanması sonucunda testin birinci aşamasında kavram yanlışlığı içeren seçenekleri işaretleme yüzdeleri genel olarak ön teste göre son testte azalmıştır. Aynı zamanda 6. sınıf öğrencilerinin ön testten aldıkları KY3 puanlarının ortalamaları ( $X_{\text{ön test}} = 1,35$ ), son testten aldıkları KY3 puanlarının ortalamaları ( $X_{\text{son test}} = 0,45$ ) karşılaştırıldığında STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme etkinlikleri uygulandıktan sonra kavram yanlışlıklarının azaldığı görülmektedir. Sonuç olarak STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin kavram yanlışlıklarının giderilmesinde etkili olduğu çıkarımı yapılabilir. Alanyazına bakıldığında sınırlı da olsa benzer şekilde STEM etkinliklerinin kavram yanlışlıklarını gidermede çok etkili olduğu sonucu görülmektedir (Keteci, 2021; Kocataş, 2023). Keteci (2021) STEM etkinliklerinin öğrencilerin ve mühendislik uygulamalarının

fenle ilgili kavram yanlışlarını gidermede olumlu yönde etkisinin olduğunu, STEM etkinlikleri sahip oldukları öğrencilerin alternatif fikirlerin değişerek genellikle bilimsel fikre dönüştüğünü ve öğrencilerin çoğunlukla yeni kavram yanlışları oluşturmadığını belirtmiştir. Kocataş (2023) çalışmasında STEM etkinliklerinin astronomi konusunda 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilmesinde oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşmış ve öğrencilerde STEM etkinlikleri ile kavram yanlışısı oluşma oranının azaldığını belirtmiştir. STEM eğitimi etkinlikleri öğretim süreçleri sonunda ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesinde mevcut öğretim sürecinden daha etkili olduğu belirtilmektedir (Ekmekçi, 2022). STEM etkinliklerinin öğrencileri öğrenme sürecinde aktif hale geçirmesi, öğrencilerin bir problemin çözümüne yönelik bir mühendis gibi çalışmalar yapması, etkinlikler ile öğrendiklerini tecrübe etmesi ve somut yaşantılar elde etmesi öğrencilerin var olan bilgilerini harekete geçirir ve yeni öğrenmeler ile birlikte oluşan kavramsal yapıda STEM etkinlikleri ve mühendislik uygulamaları ile var olan kavram yanlışlarının giderildiği düşünülmektedir. Çünkü STEM etkinlikleri sırasında öğrenilenler test edilir ve uygulamaya koyulur. Bu şekilde kavram yanlışlarının oluşmasının önüne geçilebilecektir.

Çalışmanın ikinci alt problemi ise “6. sınıf öğrencilerinin Mühendislik Not Defteri’nde yer alan kavram yanlışları nelerdir?” sorusu oluşturmaktadır. Çalışma grubunda bulunan 6. sınıf öğrencilerinin doldurdıkları MND’ler incelendiğinde öğrencilerin “*ampul parlaklığını etkileyen değişkenler, iletken ve yalıtkan maddeler, iletken telin cinsinin ampul parlaklığına etkisi, iletken telin uzunluğunun ampul parlaklığına etkisi, iletken telin dik kesit alanının ampul parlaklığına etkisi, elektriksel direnç ve elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler*” konularında kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrencilerin derslerden önce verdikleri cevaplara bakıldığında öğrencilerin yukarıda verilen konular ile ilgili Tablo 4.6’da verilen cümlelerin içerdiği kavram yanlışlarına %10 ile %60 oranında sahip oldukları görülmektedir. MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin en fazla %60’lık yüzde ile “*İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.*” kavram yanlışısına sahip oldukları tespit

edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu yanlışlığa rastlanmamıştır. MND’ de verilen öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanlışlığının sebebi olarak kalınlığın artmasının iletken telin gücü, sertliği, dayanıklılığı, gibi özelliklerini arttıracak ve elektriğin geçişini zorlaştıracak inancının ve algılarının olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin Tablo 4.1’te öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, dördüncü sorudaki “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar.*” cümlesi için “*Katılıyorum*” seçeneğini işaretlemiştir. Nedeni olarak; “*İletken telin kalınlığı artarsa elektrik gitmekte zorlanır.*” ifadesini belirtmiştir. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde “*Kalınlığı arttıkça direnci azalır*” şeklindeki bilgiyi paylaşmış ve böylece kavram yanlışlığının giderildiği görülmüştür.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %40’ının “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da azalır.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu yanlışlığa rastlanmamıştır. Bu kavram yanlışlığının sebebinin MND’de verilen cümlelere verilen öğrenci cevaplarına bakıldığında iletkenin kalınlığının artmasının iletken telin üzerinden elektriğin geçişini zorlaştırdığı şeklinde öğrenci inanışlarının olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerde kalınlığın artması engelleme veya dayanma gücünü arttırması gibi yanlış inanışlar bulunmaktadır.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %50’sinin “*İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de azalır.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu yanlışlığa rastlanmamıştır. Öğrencilerin bu kavram yanlışlığına sahip olmasının sebebi olarak elektrik devresinde iletken telin (kablunun) ampulün yanmasını ve parlaklığının artmasını sağladığını düşünmeleri olarak düşünülmektedir. Dolayısıyla telin uzunluğu arttıkça direnci azalır yanlışlığının oluştuğu düşünülmektedir.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %45’inin “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu yanlışlığa rastlanmamıştır. MND’ de verilen

öğrenci cevaplarına bakıldığında öğrencilerin bu kavram yanlışlığına sahip olmasının sebebinin basit elektrik devresinde telin ampulün yanmasına ve parlaklığının artmasına sebep olduğunu düşünmeleridir. Tel ne kadar uzun olursa ampul o kadar parlak olur yanlışlığı mevcuttur. Tablo 3.1’de öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, ikinci sorudaki “*Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar.*” cümlesi için “*Katılıyorum*” seçeneğini işaretlemiştir. Nedeni olarak; “*İletken telin uzunluğu çoğalırsa parlaklık artar daha iyi iletir.*” ifadesini belirtmiştir. Ders ve deneylerden sonra öğrenci ne öğrendim bölümünde “*Hayır, uzun olunca ampul az yanar.*” şeklindeki bilgiyi paylaşmıştır.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %55’inin “*Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Tablo 4.1’de öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, birinci sorudaki “*Basit elektrik devresinde iletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.*” cümlesi için “*Katılıyorum*” seçeneğini işaretlemiştir. Nedeni olarak; “*Çünkü direnç ne kadar artsa ampul parlaklığı o kadar artar.*” ifadesini belirtmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile aynı kavram yanlışlığına rastlanmaktadır (Küçüközer, 2004; Türkoğuz ve Cin, 2013). Türkoğuz ve Cin (2013) 7. sınıf öğrencileri ile yaptıkları “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesi üzerine yaptıkları çalışmada öğrencilerin “*Direnç arttıkça parlaklığın artar.*” kavram yanlışlığına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %30’unun “*Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.*” kavram yanlışlığına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu kavram yanlışlığına sahip bir öğrenci MND’de nedeni olarak; “*Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı çoğalır. Fazla ampul fazla ışık verir.*” düşüncesini belirtmiştir. Bu kavram yanlışlığının nedeni olarak öğrencilerin “Ampul ışık kaynağıdır ve ne kadar çok ampul olursa o kadar parlak yanar.” yanlış inancı olduğu düşünülmektedir. Örneğin Tablo 1.1’de öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneğinde bir öğrenci, birinci sorudaki “*Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır*” cümlesi için “*Katılmıyorum*” seçeneğini

işaretlemiştir. Nedeni olarak; *“Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı çoğalır. Fazla ampul fazla ışık verir.”* ifadesini belirtmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile benzer kavram yanılıgına rastlanmaktadır (Ayas Kör, 2006; Ayvacı ve İpek-Akbulut, 2012; Ceylan, 2008; Harman, 2016; Küçüközer, 2004). Ayas Kör (2006) ve Küçüközer (2004)’in çalışmalarında elde ettikleri *“Ampul ışık veren bir araçtır. Ampul sayısı arttıkça parlaklık artar.”* düşüncesi bu çalışmada tespit edilen kavram yanılıgı ile benzerlik göstermektedir.

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %25’inin *“Ampul sayısı azalırda ampul parlaklığı azalır.”* kavram yanılıgına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu kavram yanılıgına sahip bir öğrenci MND’de nedeni olarak; *“Ampul sayısı azalırda ampul parlaklığı azalır. Az ampul az ışık”* düşüncesini belirtmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile benzer kavram yanılıgına rastlanmaktadır (Harman, 2016). MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %15’inin *“Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.”* kavram yanılıgına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu kavram yanılıgına sahip bir öğrenci MND’de nedeni olarak; *“Çünkü pil sayısı artarsa bir ampule de daha az güç verir.”* düşüncesini belirtmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile aynı kavram yanılıgına rastlanmaktadır (Ayas Kör, 2006; Ceylan, 2008).

MND’de bulunan bilgi formlarındaki cümlelere ait öğrenci cevapları incelendiğinde öğrencilerin %25’inin *“Genel olarak metaller iletken maddeler değildirler.”* kavram yanılıgına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu kavram yanılıgına sahip bir öğrenci MND’de nedeni olarak; *“Çünkü metaller iletken maddeler değildir.”* düşüncesini belirtmiştir. Bu düşüncenin oluşma sebebinin konuyu anlayamama ve öğrenmeme olarak düşünülmektedir. Alanyazına bakıldığında tespit edilen bu kavram yanılıgının aynısına rastlanmamakla birlikte Kaya vd. (2014)’nin çalışmalarında elde ettikleri *“Metaller iletkenler ve yalıtkanlar olarak ikiye ayrılır.”* düşüncesi bu çalışmada tespit edilen kavram yanılıgı ile benzerlik göstermektedir.

MND’de bulunan sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin *“Sembol ve resim kavramlarını birbirine karıştırma”*, *“Elektrik devresi elemanlarının sembollerini yanlış bilme ve çizememe”* ve *“Kurulmuş elektrik*

*devresini çizememe*” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile benzer kavram yanlışına rastlanmaktadır (Kaya ve Gödek Altuk, 2010; Sencar ve Eryılmaz, 2002; Ulukök vd., 2013).

MND’de bulunan sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin direncin tanımını yapmakta zorlandıkları ve öğrencilerin “*direnç elektriğin etkisini azaltan şey, direnç bir güçtür, direnç elektriğe dayanmak, direnç elektriğe karşı kuvvet*” gibi kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Alanyazına bakıldığında bu sonuç ile benzer kavram yanlışlarına rastlanmaktadır (Apaydın vd., 2019; Aykutlu ve Şen, 2012; Çıldır, 2005; Çıldır ve Şen, 2006; Duit ve Rhöneck, 1997; Örgün, 2002; Pardhon and Bano, 2001; Sencar ve Eryılmaz, 2002; Sönmez vd., 2001).

## 5.2. Öneriler

Araştırma sonucunda ortaokul 6. sınıf öğrencilerinde “Elektrik” konusunda kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir. Elektrik konusu ilkökul üçüncü sınıftan itibaren müfredatta yer alan bir konudur. Konu ile ilgili kavramların tam olarak öğrenilememesi eğitim ve öğretim süreci boyunca öğrencilerin diğer öğrenmelerini de olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple daha alt sınıflarda öğrencilerin kavramları daha doğru öğrenmelerine ve anlamalarına dikkat edilmeli, ortaya çıkabilecek kavram yanlışları engellenmelidir. Ya da var olan kavram yanlışları tespit edilerek giderilmelidir. Öğrencilerin kavram yanlışlarının üstesinden gelmelerine yönelik STEM gibi öğrenci merkezli, etkileşimin fazla olduğu etkinlik süreçli yaklaşımlar kullanılarak dersler yapılmalıdır.

Ölçme ve değerlendirme uygulamalarının öğrenme sürecinin sonunda değil de süreç içerisinde yapılması gerekmektedir. Çünkü öğrencilerin hazırbulunuşluklarında kavram yanlışlığı olup olmadığı, öğretim süreciyle kavram yanlışlarının oluşup oluşmadığı, kavram yanlışlarının giderilip giderilmediği konusunda sağlıklı dönütler süreç içerisinde puan verme amacı olmayan ölçme ve değerlendirme uygulamaları ile mümkündür.

STEM eğitimi yaklaşımına göre hazırlanan dersler öğrencilerin hazır

bulunuşlukları dikkate alınarak çok iyi bir şekilde planlanmalı ve hazırlıklar yapılmalıdır. Etkinlikler öğrencilere ve konuya uygun olarak hazırlanmalıdır. STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenme süreci başlamadan önce derslerin yapılacağı öğrenciler STEM ve mühendislik tasarım süreci hakkında bilgilendirilmelidir.

STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin 6. sınıf öğrencilerinin elektrik konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu sonucu yapılan çalışma ile ortaya çıkmıştır. STEM eğitiminin kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik farklı sınıf düzeylerinde ve farklı konularda çalışmalar yapılabilir.

STEM eğitimi yaklaşımına dayalı gerçekleştirilen öğrenme etkinlikleri sonrasında kavram yanlışlarının azaldığı görülmektedir. Bu sebeple STEM eğitimi yaklaşımına dayalı etkinlikler okul öncesinden itibaren bütün sınıf seviyelerinde öğretim programlarında yer alabilir. Okullarda öğretmenler derslerinde STEM eğitimi yaklaşımına dayalı uygulamalara yer verebilirler. Öğretmenlerin STEM ile ilgili bilgilenmeleri ve eğitimler almaları yönünde çalışmalar yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- 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.
- Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET)., 2008. Criteria for accreditation of engineering programs.[Online], Baltimore: Engineering Accreditation Commission.
- Akarsu, M., Okur Akçay, N. ve Elmas, R., 2020. STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 37, 155-175.
- Akaygün, S. ve Aslan-Tutak, F., 2016. STEM images revealing stem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4(1), 56-71.
- Akbulut, Ö., 2024. Bilimsel Makalelerde Raporlanması Önerilen Çıkarımsal İstatistikler. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 27 (1), 238-247.
- 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.
- Akdeniz, A. R., Bektaş, U. ve Yiğit, N., 2000. İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin temel fizik kavramlarını anlama düzeyleri. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 19, 5 - 14.
- Akgün, A. ve Gönen, S., 2004. "Çözünme ve Fiziksel Değişim İlişkisi Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Giderilmesinde Çalışma Yapraklarının Önemi." Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 3(10), 22-37.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S., 2015. STEM Eğitimi Türkiye Raporu. İstanbul: Scala Basım.
- 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.
- Akkuş Çiftçi, E., 2021. STEM Eğitimi Yaklaşımına Dayalı Hazırlanan Uygulamaların Sınıf Öğretmeni Adaylarının Akademik Başarılarına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ağrı.
- Akkuş, E. ve Okur Akçay, N., 2024. The effect of STEM activities on pre-service elementary teachers' academic achievement. Fen, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 7(2), 159-176.
- Akkuş, E. ve Okur Akçay, N., 2024. STEM eğitimi yaklaşımına dayalı hazırlanan uygulamaların sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. M.E.M. Tarkang Mary (Ed.), 5<sup>st</sup> International Congress of Social Science,

Innovation & Educational Technologies (s. 123-132) içinde. Global Academy Publishing House. Doi Number: <https://dx.doi.org/10.59740/academy.79>

- Akkuş, E. ve Okur Akçay, N., 2024. STEM eğitimi yaklaşımına yönelik sınıf öğretmeni adaylarının görüşleri. M.E.M. Tarkang Mary (Ed.), 5<sup>st</sup> International Congress of Social Science, Innovation & Educational Technologies (s. 133-145) içinde. Global Academy Publishing House. Doi Number: <https://dx.doi.org/10.59740/academy.79>
- Akkuş, E. ve Okur Akçay, N., 2025. Mühendislik temelli STEM eğitimi etkinlik örneği: Aynalarla aydınlatılmalı oda tasarımı. Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi, 15(1), 245-273.
- Alan, B., 2017. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bütünleşik Öğretmenlik Bilgilerinin Desteklenmesi: STEM Uygulamalarına Hazırlama Eğitimi. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fırat Üniversitesi, Elâzığ.
- Allen, M., 2014. Misconceptions in primary science. New York: Mc Graw-Hill Education.
- Altun, S., 2009. Üç aşamalı bir testle fen bilgisi öğretmen adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının tespiti. Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 4 (1-2), 72-79.
- Altunsoy Okvuran, S., 2023. Üst kavramsal Faaliyetlerle Zenginleştirilmiş Argümantasyona Dayalı Öğretimin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Basit Elektrik Devreleri Konusundaki Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisinin Epistemolojik İnanç Düzeylerine Göre İncelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Apaydın, S., Şahin, E., Tezcan, G. ve Büyükkata M., 2019. Fen bilimleri öğretmen adaylarının elektriksel direnç kavramı hakkındaki ön bilgilerinin belirlenmesi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(1), 1-19.
- Asıgığan, 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.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., Tezsezen, S., 2017. İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının İncelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education) 32(4), 794-816.
- Aşçı, Z., Özkan, Ş., Tekkaya, C. 2001. Students' misconceptions about respiration: a cross-age study. (Öğrencilerin solunum konusundaki kavram yanlışları: karşılaştırmalı bir çalışma). Eğitim ve Bilim (Education and Science) 26 (120), 29-36.
- Atabey, N. & Topcu, M.S., 2021. The relationship between Turkish middle school students' 21st century skills and STEM career interest: Gender effect. Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 7(2), 86-103.

- Ateş, S., ve Polat, M., 2005. Elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde öğrenme evreleri metodunun etkisi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28, 39-47.
- Atılğanlar, N., 2014. Kavram karikatürlerinin ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerindeki etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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 Kör, S., 2006. İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinde “Yaşamımızdaki Elektrik” ünitesinde görülen kavram yanlışlarının giderilmesinde bütünleştirici öğrenme kuramına dayalı geliştirilen materyallerin etkisi. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ayana, M., 2018. Sosyal bilgiler dersi 'İpek yolunda Türkler' ünitesindeki kavram yanlışları ve öğretmenlerin öğrencilerin kavram yanlışları ile ilgili farkındalıklarının tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aydın, E., ve Karşı, F., 2019. Yedinci sınıf öğrencilerinin stem etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması örneği. Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty, 38(1), 35-52.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ., 2011. Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesinde ve giderilmesinde analogilerin kullanılması. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 5 (2), 221-250.
- Aykutlu, I. ve Şen, A. İ., 2012. Üç aşamalı test, kavram haritası ve analogi kullanılarak lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. Eğitim ve Bilim, 37 (166), 275-288.
- Ayvacı, H. Ş. ve İpek-Akbulut, H., 2012. Elektrik akımı ile ilgili kavramların gelişiminde V diyagramlarının etkisini belirlemeye yönelik bir pilot çalışma. Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14 (1), 106-123.
- Babacanoğlu, Z. 2019. Stem Uygulamalarının Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Fene Yönelik Sorgulayıcı Öğrenme Becerileri Algıları Ve Stem'e Yönelik Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Baltacı, D.Y., 2019. STEM Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baki, A., 1999. Cebirle İlgili İşlem Yanlışlarının Değerlendirilmesi. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
- Baran, E. , Canbazoglu-Bilici, S. , Mesutoğlu, C., 2015. Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Spotu Geliştirme Etkinliği. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 5(2), 60-69.

- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C. & Ocak, C., 2016. Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Barrett, B. S., Moran, A. L., ve Woods, J. E., 2014. Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 6.
- Bartholomew, S., 2015. Who teachers the 'STE' in STEM? *Technology and Engineering Teacher*. 75(2), 14-19.
- Batı, K., Çalışkan, İ., Yetişir, M.İ., 2017. Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme ve Bütünleştirilmiş Alanlar Yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (41), 91-103.
- Baysen, E. ve Silman, F., 2012. Yapılandırmacı yaklaşım. Z. Kaya (Ed.), *Öğrenme ve öğretme: Kuramlar, yaklaşımlar, modeller*. Pegem Akademi, 197-226, Ankara.
- Becker, K. & Park, K., 2011. "Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis." *Journal of STEM Education*, Volume 12.
- Beers, S. Z., 2012. 21st century skills: Preparing students for their future. [http://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st\\_century\\_skills.pdf](http://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf)
- Berrett, D., 2012. How 'Flipping' the Classroom Can Improve the Traditional Lecture. *Chronicle of Higher Education*.
- 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.
- Bozkurt Altan, E., YAMAK, H., Buluş Kırıkkaya, E., 2016. FeTeMM Eğitim Yaklaşımının Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Öneri: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, 212-232.
- 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.
- Bracey, G. ve Brooks, M., 2013. Teachers' ntraining: Building formal STEM teaching efficacy through informal science teaching experience. ASQ Advancing the STEM Agenda Conference, Grand Valley State University, Michigan.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., ve Cocking, R. R. (Eds.), 1999. *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C. C. ve Koehler, C. M., 2012. What Is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

- Brod, G., Hasselhorn, M., ve Bunge, S. A., 2018. When generating a prediction boosts learning: The element of surprise. *Learning and Instruction*, 55, 22–31.
- Brunsell, E., 2012. Integrating engineering and science in your classroom. Arlington, VA: NSTA Press.
- 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., 2007. Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı. (7. Baskı). Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Bybee, R. W., 2013. The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, VA: National Science Teachers.
- Bybee, R. W., 2010. What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996-996.
- Cakir, M., 2008. Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 193-206.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., ve Unger, C., 1989. An experiment is when you try it and see if it works: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Ceylan, H., 2008. İlköğretim fen ve teknoloji dersinde altıncı sınıf öğrencilerine elektrik konusunun öğretiminde kavramsal değişim yaklaşımının öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ceylan, S., 2014. Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler Ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik Ve Matematik (Fetemm) Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Ceylan, S. ve Özdilek, Z., 2015. Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Chambers, S. K., ve Andre, T., 1997. Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123.
- Chapoo, S., 2019. Enhancement of 9th grader students' 21st century skills through inquiry-based questions in integrated STEM activity. *AIP Conference Proceedings*, 2081(1), 30017-30018.
- Chesky, N. Z. ve Wolfmeyer, M. R., 2015. Philosophy of STEM education: A critical investigation. New York: Palgrave Macmillan.
- Christensen, R. & Knezek, G., 2017. Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 3(1), 1- 13.

- Clement, J., 1982. Students' preconceptions in introductory mechanics. American Journal of Physics, 50, 66-71.
- Cohen, R., Eylon, B., ve Ganiel, U., 1983. Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. American Journal of Physics, 51(5), 407-412.
- Cohen, J., 1988. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. New York.
- Cohen, J., 1994. The earth is round ( $p < 0.05$ ). American Psychologist, 49(12), 997-1003.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., ve Hughes, G., 2013. The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. School Science and Mathematics, 113(5), 215-226.
- Crayton, J. E., 2007. STEM art education movement: A creative approach to education in Innovation for the 21st Century. University of Mexico, Albuquerque.
- Creswell, J.W., 2003. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approach. (2nd Ed.) Thousand Oaks: Sage.
- Creswell, J.W., 2006. Understanding Mixed Methods Research, (Chapter 1). Available at: [http://www.sagepub.com/upm-data/10981\\_Chapter\\_1.pdf](http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf)
- Çakır, S.Ö. ve Yürük, N., 1999. *Oksijenli ve Oksijensiz Solunum Konusunda Kavram Yanılgıları Teşhis Testinin Geliştirilmesi ve Uygulanması*. III. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. M.E.B. ÖYGM.
- 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.
- Çataloğlu, E., 2002. Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI). Doctoral dissertation. The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Çelik, H., Pektaş, H. M. ve Demirbaş, M., 2012. Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin elektrik devrelerini kurma ve şematize etme durumlarının incelenmesi. M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 35, 85-103.
- Çepni, S., ve Keleş, E., 2006. Turkish students' conceptions about the simple electric circuits. International Journal of Science and Mathematics Education, 4(2), 269-291.
- Çetin, S., 2019. STEM Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çıldır, I., ve Şen, A. İ., 2006. Lise öğrencilerinin elektrik akımı konusundaki kavram yanılgılarının kavram haritalarıyla belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 92-101.
- Çiftçi, M., 2018. Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, STEM disiplinlerini anlamalarına ve STEM

- mesleklerini fark etmelerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M., 2014. FeTeMM eğitimi ve alan öğretmen eğitime yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39 (171), 74-85.
- Dallı, A., 2019. Madde Döngüleri ve Çevre Sorunları Konusunda STEM Yaklaşımına Dayalı Öğretim Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Dedetürk, A., Saylan Kırmızıgül, A., ve Kaya, H., 2020. “Ses” konusunun STEM etkinlikleri ile öğretiminin başarıya etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 134-161.
- Demirci, N. ve Çirkinoglu, A., 2004. Öğrencilerin elektrik ve manyetizma konularında sahip oldukları ön bilgi ve kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 116–138.
- Demirer, I., 2019. STEM Etkinliklerinin Kimya İle İlgili Kavramları Anlamaya Etkisi.(Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Demirezen, S. ve Yağbasan, R., 2013. 7E modelinin basit elektrik devreleri konusundaki kavram yanlışları üzerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28 (2), 132-151.
- Deveci, İ. ve Çepni, S., 2014. Fen bilimleri öğretmen eğitiminde girişimcilik. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(2), 161-188.
- Dewaters, J. ve Powers, S., 2006. Improving science literacy through Project based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference & Exposition, Chicago, IL.*
- Dikici, Z. Ç., 2023. Ortaokul 8. Sınıf DNA ve Genetik Kod Ünitesine Yönelik Stem Etkinliklerinin Öğrencilerin Kavramsal Anlamaları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- 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.
- Driver, R. ve Easley, J., 1978. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Duit, R. and Rhöneck, C., 1997. Learning and Understanding Key Concepts of Electricity.
- Ekmekçi, M., 2022. 5E Öğrenme Modeline Göre Hazırlanmış STEM Eğitimi Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Kuvvet Ve Enerji Ünitesindeki

- Kavramsal Anlamalarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Elmas, R. ve Adıgüzel-Ulutaş, M., 2022. STEM Eğitimi Yaklaşımı. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas. (Editörler). STEM Eğitimi Yaklaşımı. Birinci Baskı. Pegem Akademi Yayıncılık, 1-14 s, Ankara.
- Engelhardt, P. V. ve Beichner, R. J., 2004. Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.
- English, L. D., King, D., & Smeed, J., 2017. Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
- Ercan, S., 2014. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergün, A., 2013. Atom ve Molekül Konusunda Kavram Yanılgıları ve Bunları İyileştirmek İçin Örnek Etkinlikler. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eroğlu, S., Bektaş, O., 2016. STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi – ENAD*. Cilt 4 / Sayı 3, 43-67.
- Erol, A., 2021. Stem Öğretmen Eğitiminin Erken Çocukluk Öğretmenlerine Yansımaları. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Ertam, F., 2023. Uzay Araştırmaları Konusu Kapsamında Fetemm Eğitim Yaklaşımına Göre Geliştirilen Rehber Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Anlamalarına Ve Yaratıcılık Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E., 2002. Üç Aşamalı Sorularla Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konularındaki Kavram Yanılgılarının Ölçülmesi. *V. Ulusal Fen Bilimleri Kongresi-Özetler*. P-110.
- Fajrina, S., Lufri, L. and Ahda, Y., 2020. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) as A Learning Approach to Improve 21st Century Skills: A Review. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, 16(07), pp. 95-104.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H., 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill.
- Fredette, N. H. ve Clement, J. J., 1981. Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean? *Journal of College Science Teaching*, 10(5), 280-85.
- 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.

- Gencer, A. S., 2015. Fen Eğitiminde Bilim Ve Mühendislik Uygulaması: Fırıldak Etkinliği. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 5(1), 1-19.
- Goldsmith, P. A., 2006. Learning to understand inequality and diversity: Getting students past ideologies. Teaching Sociology, 34(3), 263-277.
- Gonzalez, H. B., ve Kuenzi J., 2012. Congressional research service science, technology, engineering, and mathematics (stem) education: A primer.
- Goris, Tatiana ve Dyrenfurth, Michael., 2010. Students' Misconceptions in Science, Technology, and Engineering.
- Gökbayrak, S. ve Karışan, D., 2017. Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 3 (1), 25-40.
- 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.
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M., 2016. STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. Journal of Science Education and Technology, 25(4), 550-560.
- Gülhan, F., 2016. Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (Stem) 5.Sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama Ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gülhan, F. , Şahin, F., 2016. Fen-teknoloji-mühendislik matematik entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. International Journal of Human Sciences, 602-620.
- Gülhan, F., Şahin, F., 2017. Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına Ve Mesleklerle İlgili Görüşlerine Etkisi. Eğitim Bilimlerinde Yenilikler ve Nitelik Arayışı(2.Baskı)-Pegem Akademi. 283-302. Ankara.
- Güneş, H., 2020. Farklı Kavramsal Değişim Yaklaşımlarına Dayalı Öğretim Yöntemlerinin Bilim ve Sanat Merkezi Öğrencilerinin Elektrik Devreleri Konusundaki Alternatif Kavramlarına Etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gündoğdu, F. K., 2019. Ortaokul 8. Sınıf Fen Bilimleri Dersindeki “Yaşamımızdaki Elektrik” Konusunda Stem Yaklaşımı İle Öğretim Tasarımı Hazırlanması Ve Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Harman, G., 2016. 5. sınıf “yaşamımızın vazgeçilmezi: elektrik” ünitesinde kullanılan analoginin öğrenci başarısı, tutum, zihinsel modelleme ve kavram yanılgıları üzerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Hartzler, D. S., 2000. A meta-analysis of studies conducted on integrated curriculum programs and their effects on student achievement. Doctoral dissertation, Indiana University, Indiana.
- Heller, P. M., ve Finley, F. N., 1992. Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Hestenes, D., & Halloun, I., 1995. Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33(8), 502-506.
- Honey, M., Pearson, G., ve Schweingruber, H. (Eds.), 2014. STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Isabel Busom & Cristina Lopez-Mayan & Judith Panadés, 2017. "Students' persistent preconceptions and learning economic principles," *The Journal of Economic Education*, Taylor & Francis Journals, vol. 48(2), 74-92, April.
- İzgi, S., 2020. Fen Bilimleri Dersi Elektrik Enerjisinin Dönüşümü Konusuna 5E Modeli İle Temellendirilmiş Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Yaklaşımının 7.Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Bilimsel Süreçlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Jain, V. K., & Sobek, D. K., 2006. Linking design process to customer satisfaction through virtual design of experiments. *Research in Engineering Design*, 17(2), 59-71.
- Jang, H., 2016. Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal Of Science Education and Technology*, 25(2), 284-301.
- Jeong, S. S. K. ve Kim, H., 2015. The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (6), 1321-1338.
- Johnson, R. B. ve Onwuegbuzie, A. J., 2004. "Mixed methods research: A research paradigm whose time has come". *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Jolly, A., 2014. Six characteristics of a great STEM lesson. *Education Week*. URL adres: [https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq\\_jolly\\_stem.html](https://www.edweek.org/tm/articles/2014/06/17/ctq_jolly_stem.html)
- Judson, E., & Sawada, D., 2000. Examining the Effects of a Reformed Junior High School Science Class on Students Math Achievement. *Arizona State University. Effects of a Reformed Junior High School Science Class*, Volume 100(8), 419-425, December 2000.
- Kapan, G., 2019. 7. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Elektrik Devreleri Ünitesinde Stem Uygulamalarının Akademik Başarı, Motivasyon Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S., Unal, A., 2015. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimine Medya Tasarım Süreçlerinin Entegrasyonu. *Eurasian Journal of Educational Research*, 60, 221-240.
- Karahan, E., Canbazoglu-Bilici, S. ve Ünal, A., 2014. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimine medya tasarım süreçlerinin entegrasyonu. *Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi*. İstanbul.
- Karakuyu, Y. ve Tüysüz, C., 2011. Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (2), 867-890.
- 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.
- Katehi, L., Pearson, G. ve Feder, M. (Eds.), 2009. *National Academy of Engineering and National Research Council Report: Engineering in K-12 education*. Washington, D.C.:The National Academies Press.
- Kavacık, L., Yanpar, T., Sürmeli, H., 2015. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersinde İnovasyon (Yenilikçi) Proje Uygulamaları ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Eğitim ve Bilim*, Cilt 40, Sayı 180, 247-263
- Kaya, Ö. Eryılmaz, S. ve Akdeniz, A. R. 2014. Determining prospective science teachers' association levels of electricity concepts. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*. 5(1), 104-115.
- Kaya, V. H., ve Gödek-Altuk, Y., 2010. İlköğretim öğrencilerinin basit elektrik devresi konusu ile ilgili kavram yanlışları. *I. Ulusal Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi*, Balıkesir.
- Keser, Ö. F. ve Başak, M. H., 2013. Yaşamımızdaki elektrik ünitesine yönelik öğrenci kazanım düzeylerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 10 (2), 116-137.
- Keteci, H. E., 2021. Çevrim İçi Stem Uygulamalarının (E-Stem) Öğrencilerin Kavram Öğrenmeleri Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kırıcı, M. G., 2019. FeTeMM Destekli Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıkları Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S., 2013. Impact of Environmental Power Monitoring Activities on Middle School Student Perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.
- Kocataş, Ö., 2023. Stem Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Astronomi Konusuna Ait Kavram Yanlışlarının Giderilmesine ve Çeşitli Değişkenlere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- 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.
- Kurtoğlu, S., ve Baydere, F. K., 2021. “Diş Çürüklerini Önleyici” İsimli STEM Etkinliği Hakkında Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri. Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi, 10(2), 481-509.
- Küçüközer, H., 2003. Lise I öğrencilerinin basit elektrik devreleri konusuyla ilgili kavram yanılgıları. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 142–148.
- Laçın Şimşek, C. , ve Soysal, M. T., 2022. Deprem Temalı Mühendislik Tasarım Temelli STEM Etkinliklerinin Akademik Başarı, Motivasyon, STEM’e Yönelik Tutum ve 21. yüzyıl Becerilerine Etkisi. Journal of Multidisciplinary Studies in Education, 6(4), 133-157.
- Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., 2019. A systematic review of high impact empirical studies in STEM education. IJ STEM Ed 9, 72.
- Lilienfeld, S. O., 2010. Confronting psychological misconceptions in the classroom: Challenges and rewards. APS Observer, 23(7). 36-39.
- Little, R., Poth, R., Gilbert, R. ve Barger, M., 2005. Adapting the engineering design process for elementary education applications. Paper presented at 2005 Annual Conference, Portland, Oregon.
- Longfield, J., 2009. Discrepant teaching events: Using an inquiry stance to address students’ misconceptions. International Journal of Teaching and Learning in Higher Education, 21(2), 266-271.
- 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 İncelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12(2012), 13-23.
- McCloskey, M., Washburn, A., & Felch, L., 1983. Intuitive physics: The straight-down belief and its origin. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 9(4), 636–649.
- MEB 2016. STEM eğitimi raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK).
- MEB 2018. Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4,5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara.
- Metin, M., Güler, M. M., ve Çevik, A., 2023. 21. yüzyıl becerileri hakkında STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin görüşleri. Studies in Educational Research and Development, 7(1), 1-29.
- Moore, D.S. 1997. New Pedagogy and New Content: The Case of Statistics. International Statistical Review, 65(2), 123-165.

- 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., 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, J., 2006. TIES STEM education monographseries, attributes of STEM education. Baltimore, MD: TIES.
- Murphy, P. K. & Alexander, P.A., 2013. Situating text, talk, and transfer in conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.). *International handbook of research on conceptual change*. NY: Routledge.
- Nacaroglu, O., ve Kızılkapan, O., 2021. Özel Yetenekli Öğrencilerin STEM Tutumları ve 21. yüzyıl Becerilerine Sahip Olma Düzeyleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 25(2), 425-442.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC], 2009. *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) 2009. *Strengthening forensic science in the United States: a path forward*. Washington DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) 2012. *A Framework for K-12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrievedfrom.
- Nite, S. B., Margaret, M., Capraro, R. M., Morgan, J. & Peterson, C. A., 2014. Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A longitudinal examination of secondary school intervention. *Frontiers in Education Conference (FIE), IEEE Conference Publications*, 1 – 7.
- Okur Akçay, N. (2022). STEM eğitimi yaklaşımında fen eğitimi. M. Akarsu, N. Okur Akçay ve R. Elmas, (Ed.), *STEM eğitimi yaklaşımı* (1. baskı) içinde (75-95). Ankara: Pegem Akademi.
- Okur Akçay, N. ve Akkuş Çiftçi, E. (2023). A case study of implementing engineering design process to buil a “controllable switch instrument”. *Acta Didactica Napocensia*, 16(1), 233-251.
- Olivarez, N. R., 2014. *The Impact of a STEM Program on Academic Achievement of Eighth Grade Students in a South Texas Middle School*. Doctoral Dissertation, BBA, St. Mary’s University, San Antonio, Texas.
- Ortiz-Revilla, Jairo & Greca, Ileana & Arriasecq, Irene., 2021. *A Theoretical Framework for Integrated STEM Education*. Science & Education.
- Osborne, R. J., 1981. Children’s ideas about electric current. *New Zealand Science Teacher*, 29, 12-15.

- Osborne, R. J. ve Wittrock, M. C., 1983. Learning Science: A Generative Process, *Science Education*, 67, 4, 489-508.
- Öner, A.T.,Capraro, R. M., 2016. FeTeMM Okulu Olmak İyi Öğrenci Başarısı Anlamına Mı Gelir? *Eğitim ve Bilim*, Cilt 41 Sayı 185, 1-17.
- Örgün, E., 2002. Lise Öğrencilerinin Elektrik Akımı Konusundaki Kavram Yanılgılarında Yapıcı Öğretim Yaklaşımının Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Özkan, C., 2020. STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü Ve Değerlendirmesi. Yüksek lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Özsoy, S. ve Özsoy, G., (2013). Eğitim Araştırmalarında Etki Büyüklüğü Raporlanması. *İlköğretim Online*, 12(2), 334-346.
- Öztürk, D., 2020. İlkokul 4. Sınıf Fen Bilimleri Dersinde STEM Etkinliklerinin Akademik Başarıya Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ordu.
- Pardhon, H. and Bano, Y., 2001. Science Teachers' Alternate Conceptions About Direct-Currents, *International Journal of Science Education*, 23(3), pp. 301-318.
- Parlakay, E.S., 2017. FeTeMM (STEM) Uygulamalarının Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Sorgulayıcı Öğrenmelerine, Motivasyonlarına ve 'Canlılar Dünyasını Gezelim ve Tanıyalım' Ünitesindeki Akademik Başarılarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Patton, M. Q., 2002. *Qualitative Research and Evaluation Methods* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Pekbay, C., 2017. Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencileri Üzerindeki Etkileri. Hacettepe Üniversitesi İlköğretim Anabilim Dalı İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Doktora Tezi.
- Peşman, H. ve Eryılmaz, A., 2010. Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Franco, S., Blust, R. ve Beach, R., 2013. Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-35.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A., 1993. Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, *Review of Educational Research*. 63(2), 167–199.

- Radovanović, Jelena ve Sliško, Josip., 2013. Applying a predict–observe–explain sequence in teaching of buoyant force. *Physics Education*.
- Ramaley, J. A., 2007. Facilitating change: Experience with the reform of STEM Education.  
<http://www.wmich.edu/science/facilitatingchange/Products/RamaleyPresentation.pdf>
- Riskowski, J. L., Todd, C. D., Wee, B., Dark, M., & Harbor, J., 2009. Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. *International Journal of Engineering Education*, 25(1), 181-195.
- Ritz, J. M., & Fan, S. C., 2015. STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451.
- Roberts, A., 2012. A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-4.
- Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G. ve Cotabish, A., 2014. The effects of a science focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 189–213.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S. ve Kimmel, H., 2010. Advancing the “E” in K-12 STEM education. *The Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Rotherham, A. J., ve Willingham, D. T., 2010. 21st Century skills-not new, but a worthy challenge. *American Educator*, 17(1), 17–20.
- Sanders, M., 2009. STEM, STEM Education, STEM mania. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20-26.
- Sanders, M.E. 2012. Integrative STEM education as “best practice”. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia.
- Satır, S., 2007. Lise öğrencilerinin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışları. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Savion, L., 2009. Clinging to discredited beliefs: The larger cognitive story. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 9, 81-92.
- Sayıcı, E., 2023. Stem Eğitiminin Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Fen Kavramlarını Anlamalarına Ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Schnittka, C., & Bell, R., 2011. Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Schwartz, D. L., Tsang, J. M., & Blair, K. P., 2016. Overcoming misconceptions and misplaced reasoning. In D. L. Schwartz, J. M. Tsang, & K. P. Blair (Eds.) *The ABCs of how we learn: 26 scientifically proven approaches, how they work, and when to use them* 260-276, New York, NY: Norton.

- Seloni, Ş.R., 2005. Fen Bilgisi Öğretiminde Oluşan Kavram Yanılgılarının Proje Tabanlı Öğrenme ile Giderilmesi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Semerderoğlu, F., 2012. Tasarlanan Yapılandırmacı Bir Eğitim Programının Lise Öğrencilerinin “İnsanın Genetik Yapısı ve Genom Projesi” Hakkındaki Algıları Kavram Yanılgıları ve Biyoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sencar, S. ve Eryılmaz, E., 2002. Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusuna İlişkin Kavram Yanılgıları. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Tam Metin Kitabı, Ankara.
- Sencar, S., ve Eryılmaz, A., 2004. Factors mediating the effect of gender on ninth-grade Turkish students' misconceptions concerning electric circuits. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 603-616.
- Shipstone, D. M., 1984. A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Karrqvist, C., Dupin, J-J., Johsua, S. & Licht, P., 1988. A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10 (3), 303-316.
- Sinanoğlu, S., 2019. Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Fen Bilimleri Dersi Kapsamında İşlenen Elektrik Devreleri Ünitesindeki Kavram Yanılgılarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sönmez, G., Geban, Ö. ve Ertepinar, H., 2001. Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavramları Anlamalarında Kavramsal Değişimin Etkisi, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri, Maltepe Üniversitesi, İstanbul, s. 35-38.
- Stepans, J., 1996. Targeting Students' Science Misconceptions: Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model. Riverview, Fla.: Idea Factory.
- Stocklmayer, S. M., & Treagust, D. F., 1994. A historical analysis of electric currents in textbooks: A century of influence on physics education. *Science & Education*, 3(2), 131-154.
- Sullivan, G. M. ve Feinn 2012. Using Effect Size or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4(3), 279–282.
- Şahin, A., Ayar, M.C., Adıgüzel, T., 2014. Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- 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.
- Şanlı, M., ve Somuncuoğlu Özerbaş, D. H., 2021. STEM Etkinliklerinin Öğrencilerin STEM Alanlarına Yönelik Tutumuna ve Fene Yönelik Motivasyonlarına

- Etkisi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(3), 139-154.
- Şen, A. İ. ve Aykutlu, I., 2008. Öğrencilerin elektrik akımı konusundaki kavramlarının tespit edilmesinde kavram haritalarının alternatif değerlendirme aracı olarak kullanılması. Eurasian Journal of Educational Research, 31, 75-92.
- Şenyiğit, Ç. ve Sılay, İ., 2019. Basit Elektrik Devreleri Konusunda Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirme Çalışması. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, Aralık 2019, Sayı 48, s. 69-87.
- Şık, N. Ü., 2019. Bilimin doğası unsurlarının fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretimi. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tabachnick, B. G., ve Fidell, L. S., 2015. Using multivariate statistics. (sixth ed). Allyn ve Bacon/Pearson Education. 6. Basımdan Çeviri: Mustafa Baloğlu, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- 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.
- Tantu, Ö., 2017. Stem Eğitimi Kapsamında Kullanılan Mobil Uygulamaların Öğretmenler İle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Tarciso Borges, A. ve Gilbert, J. K., 1999. Mental models of electricity. International Journal of Science Education, 21(1), 95-117.
- Tashakkori, A., ve Teddlie, C., 1998. Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches. Applied Social Research Methods Series (Vol.46). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Taşlıdere, E., 2014. Kavramsal değişim yaklaşımının doğru akım devreleri konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 3(1), 200–223.
- Taylor, A. K., ve Kowalski, P., 2014. Student misconceptions: Where do they come from and what can we do? In V. A. Benassi, C. E. Overson, & C. M. Hakala (Eds.), *Applying science of learning in education: Infusing psychological science into the curriculum* (pp. 259–273). Society for the Teaching of Psychology.
- Tekkaya, C. ve Balcı, S., 2003. Öğrencilerin fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının saptanması. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24, 101-107.
- 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
- Thompson, F., & Logue, S., 2006. An Exploration of Common Student Misconceptions in Science. International Education Journal, 7, 553-559.

- Trachta, A., 2018. STEM vs. STEAM vs. STREAM: What's the Difference? Article.<https://www.niche.com/blog/stem-vs-steam-vs-stream>
- Treagust, D.F., 1988. "Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconception in Science", International Journal of Science Education, 10, 2, 159-169
- TUBİTAK 2004. Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi [https://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/Vizyon2023\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf).
- Türkoğuz, S. ve Cin, M., 2013. Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 35, 155-173.
- 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.
- Ulukök, Ş., Çelik, H. ve Sarı, U., 2013. Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 6 (1), 77-101.
- Uzunkavak, M., 2004. Lise ve dengi okul öğrencilerinin elektrik ve manyetizma öğreniminde karşılaştığı kavram yanlışları. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ünalın, A., 2021. Sample Size in Clinical Researches: Power of the Test and Effect Size. BSJ Health Sci, 4(3), 221-227.
- Venville, G., Wallace, J., Rennie, L., ve Malone, J., 2000. Bridging the boundaries of compartmentalized knowledge: Student learning in an integrated environment. Research in Science and Technological Education, 18(1), 23-25.
- Wang, M. T., 2012. Educational and career interests in math: a longitudinal examination of the links between perceived classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental Psychology*, 48, 1643–1657.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H. ve Park, M. S., 2011. STEM integration: Teacher perceptions and practice. Journal of Pre- College Engineering Education Research, 1(2), 1-13
- Wutiprom, S., Sharma, M.D., Johnston, I. D., Chitaree, R., & Soankwan, C., 2009. Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. International Journal of Science Education, 31(5), 631-654.
- Yang, M. C., 2005. A study of prototypes, design activity, and design outcome. Design Studies, 26(6), 649-669.
- Yamak, H., Bulut, N., Dündar, S., 2014. 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi (GEFAD) 34(2): 249-265.

- Yazıcı, A. Ş. ve Akyol, B., 2021. The validity and reliability study of the scale of occupational professionalism of school principals. *E-International Journal of Educational Research*, 12(4) 89-105.
- Yazıcı, H., Samancı, O., 2003. “İlköğretim Öğrencilerinin Sosyal Bilgiler Ders Konuları İle İlgili Bazı Kavramları Anlama Düzeyleri”, *Milli Eğitim Dergisi*, Sayı:158. [www.tdk.org.tr](http://www.tdk.org.tr).
- Yıldırım, B., Altun, Y., 2015. STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt: 2, No: 2, 28-40.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2016). *Nitel Araştırma Yöntemleri* (10. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B., 2017. Kavram karikatürleri ile zenginleştirilmiş kavramsal değişim metinlerinin sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlama ve tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Yıldırım, B., Selvi, M., 2017. STEM Uygulamaları Ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma, *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
- Yıldırım, H. İ., Yalçın, N., Şensoy, Ö. ve Akçay, S., 2008. İlköğretim 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin elektrik akımı konusunda sahip oldukları kavram yanlışları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (1), 67-82.
- Yılmaz, H. ve Huyugüzel-Çavaş, P., 2006. 4-E öğrenme döngüsü yönteminin öğrencilerin elektrik konusunu anlamalarına olan etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3 (1), 2-18.
- Yılmaz Bilir, E., 2021. Matematik Ağırlıklı Bir Stem Modülünün Geliştirilmesi Ve Modüle Yönelik Görüşlerin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir.
- 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.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A., 2009. İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi* 3 (2). 52–73.
- Zhang, Zhou & Dorfman, Susannah & Labidi, Jabrane & Zhang, Shuai & Li, Mingming & Manga, M. & Stixrude, Lars & McDonough, William & Williams, Quentin., 2016. Zhang et al-2016-Geophysical Research Letters Supplements.
- Zollman, A., 2012, *Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning*. *School Science and Mathematics*, 112, 12-19.

## EKLER

### EK-1. Araştırma İzni Yazıları

Evrak Tarih ve Sayısı: 29.05.2024-E.102718



T.C.  
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : E-28814003-605-102718  
Konu : Araştırma İzni

29.05.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜNE

Trabzon Valiliği İl Milli Eğitim Müdürlüğünün "Araştırma İzni" konulu 28.05.2024 tarih ve E-82438636-605.99-103217622 sayılı yazısı ekte gönderilmiştir.

Gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Mucip GENİŞEL  
Rektör Yardımcısı

Ek:28.05.2024 tarih ve E-82438636-605.99-103217622 sayılı yazı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : \*BS5BZ2PJ0C\* Pin Kodu : 18062

Belge Takip Adresi : [https://ebys.agri.edu.tr/enVision/Validate\\_Doc.aspx?](https://ebys.agri.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx?)

Adres : Fırat Mah. Yeni Üniversite cad. No:2 AE/1 04100 Merkez, Ağrı – Türkiye

Telefon : 0472 216 10 10 Faks:0472 216 20 08

e-Posta : [oidb@agri.edu.tr](mailto:oidb@agri.edu.tr) Web : [ogrencisleri.agri.edu.tr](http://ogrencisleri.agri.edu.tr)

Kep Adresi : [agriibrahimcecenuniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:agriibrahimcecenuniversitesi@hs01.kep.tr)

Bilgi için : Zeynep ÖNER

Unvanı : Gelen Evrak Sorumlusu

Tel No : 7035



Evrak Tarih ve Sayısı: 29.05.2024-E.102718



T.C.  
TRABZON VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-82438636-605.99-103217622  
Konu : Araştırma İzni

28.05.2024

#### DAĞITIM YERLERİNE

İlgi: Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Rektörlüğünün 101544 sayılı yazısı.

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı tezli yüksek lisans öğrencisi Hasan AYAR'ın "*STEM Eğitimi Yaklaşımına Dayalı Öğrenmenin 6. Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi*" konulu çalışması için İlimiz Of ilçesine bağlı Serince Şehit Fahrettin Yavuz İmam Hatip Ortaokulunda öğrenimine devam eden velilerinden izin alınmış gönüllü 6. sınıf öğrencileriyle ekteki veri toplama araçlarıyla çalışma yapma isteği Müdürlüğümüz Araştırma İzinleri Komisyonunca uygun görülmüş olup, olur ve ölçeklerin üniversite tarafından araştırmacıya verilmesi, ilçe millî eğitim müdürlüğünce ilgili kuruma duyuru yapılması hususunda;

Gereğini rica ederim.

Hasan UYGUN  
Vali a.  
Millî Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Valilik Oluru (1 sayfa)
- 2-Mühürlü Örnekler (10 sayfa)

Dağıtım:

- Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Rektörlüğüne
- Of Kaymakamlığına  
(İlçe Millî Eğitim Müdürlüğü)

**Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Adres : Trabzon İl Millî Eğitim Müdürlüğü Strateji Geliştirme Şubesi (Ar-Ge Birimi)  
Telefon No : 0 (462) 223 55 52  
E-Posta: argetrabzon@gmail.com  
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Bilgi için: Fatma SEVİM

Unvan : Öğretmen

İnternet Adresi : <http://trabzonarge.meb.gov.tr>

Faks: 4622302094

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 9291-ad5e-3ac9-80ef-e45a kodu ile teyit edilebilir.

## EK-2. Etik Kurul Raporu

Evrak Tarih ve Sayısı: 25.05.2023-E.71275



T.C.  
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Hukuk Müşavirliği

Sayı : E-95531838-050.99-71275  
Konu : Etik Kurul Kararı

25.05.2023

Sayın Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

İlgi : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 26.04.2023 tarih ve 69056 sayılı yazısı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün ilgi yazısına istinaden Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY'ın danışmanlığını yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Hasan AYAR'ın **"STEM Eğitimi Yaklaşımına Dayalı Öğrenmenin 6.Sınıf Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi"** başlıklı bilimsel araştırması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunca incelenmiş olup, 25.05.2023 tarih ve 119 sayılı karar ile söz konusu araştırmaya izin verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Metin AKGÜN  
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : \*BSF4T5UA2P\* Pin Kodu : 37862

Belge Takip Adresi : [https://ebys.agri.edu.tr/enVision/Validate\\_Doc.aspx?](https://ebys.agri.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx?)

Adres : Fırat Mah. Yeni Üniversite cad. No:2 AE/1 04100 Merkez, Ağrı – Türkiye

Telefon : 0472 215 98 63 Faks:0472 216 20 08

e-Posta : hukukburos@agri.edu.tr Web : www.agri.edu.tr

Kep Adresi : agriibrahimcecenuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için : Yılmaz SABUNCU

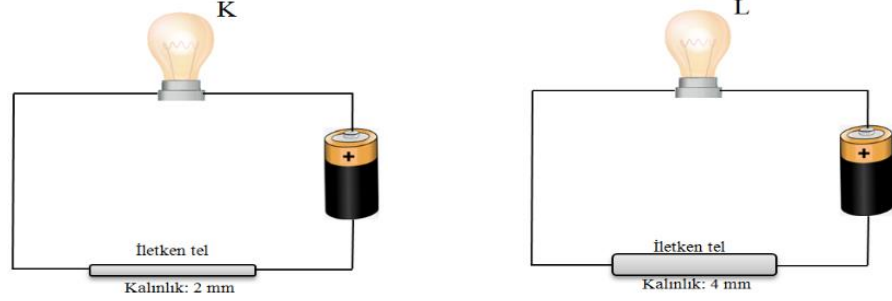
Unvanı : Şube Müdürü

Tel No : 1280



### EK-3. Elektrik Kavram Yanılgısı Testi (EKYT)

1.1-) Mehmet ampul parlaklığını etkileyen değişkenleri araştırmak için aşağıdaki özdeş ampul ve pilleri kullanarak aynı cins ve uzunlukta faklı kesit alanına sahip iletkenler ile devreler kuruyor ve ampullerin ışık vermesini sağlıyor.



I- Kurduğu devreler ile iletken telin kesit alanının ampul parlaklığına etkisini incelemek istemiştir.

II- Telin kalınlığı artarsa ampul parlaklığının azaldığı gözlemlenir.

III- Telin kalınlığı ile ampul parlaklığı ters orantılıdır.

IV- K ampülü L ampulünden daha parlak yanar.

Yaptığı deney ve gözlemleri ile ilgili yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I      B) II ve III      C) II, III ve IV      D) I, II, III ve IV

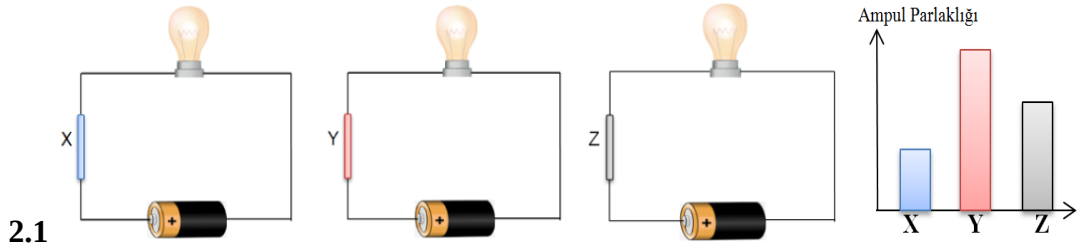
1.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

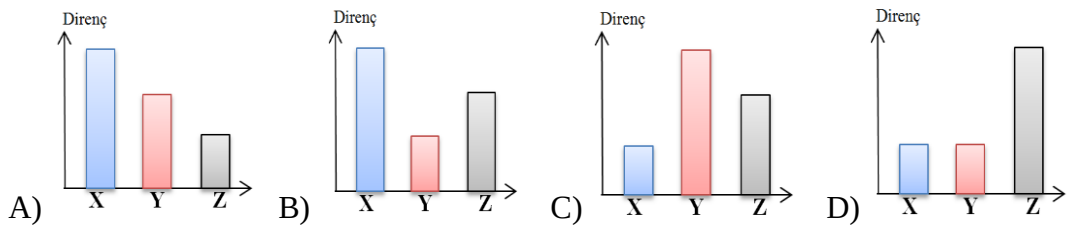
.....

1.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.



Yukarıda gösterilen üç özdeş devrede farklı dirençlere sahip X, Y ve Z iletken telleri kullanılmıştır. Oluşturulan devrelerdeki ampul parlaklıkları yukarıdaki grafikte verilmiştir. Buna göre X, Y, Z iletken tellerinin dirençleri arasındaki ilişki aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru gösterilmiştir?



2.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

.....

2.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim. B) Emin değilim.

3.1-) I. Farklı maddeden yapılmış eşit uzunluktaki ve kesitteki iletken tellerin dirençleri farklıdır.

II. Devrede kullanılan iletken telin uzunluğu artarsa direnç artar.

III. Devrede kullanılan iletken telin kesit alanı(kalınlığı) artarsa direnç artar.

Yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

- A) I ve II B) I ve III C) II ve III D) I, II ve III

3.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

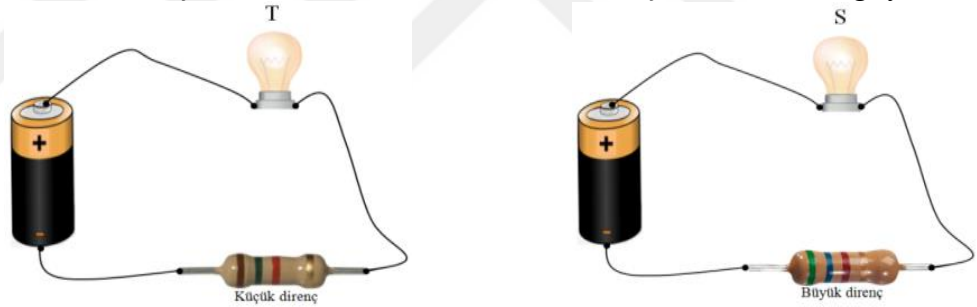
.....

.....

3.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim. B) Emin değilim.

4.1-) Emir özdeş ampuller ve piller kullanarak aşağıdaki devreleri kuruyor. Devrelerde farklı dirençler kullanarak T ve S lambalarının ışık vermesini sağlıyor.



Emir yaptığı deneyle ilgili hangisini söylerse **yanlış** olur?

- A) T ampulü S ampulünden daha parlak yanar.  
B) Yaptığı deneyde devredeki direncin ampul parlaklığına etkisini gözlemlemek istemiştir.  
C) Devredeki direnç ile ampul parlaklığı doğru orantılıdır.  
D) Devredeki direnç arttıkça ampulün parlaklığı azalır.

4.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

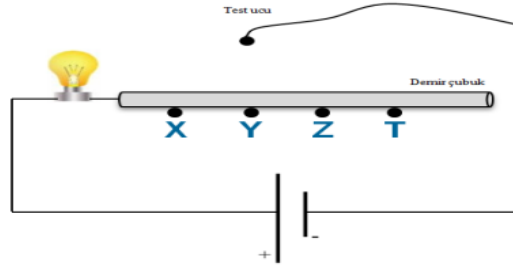
.....

.....

4.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim. B) Emin değilim.

5.1-) Bir öğrenci aşağıdaki gibi elektrik devresi düzeneği tasarlayarak demir çubuğu devreye bağlıyor ve test ucunu demir çubuk üzerinde bir noktaya dokundurarak lambanın ışık vermesini sağlıyor.



Buna göre öğrencinin elektrik devresinde test ucunu demir çubuk üzerindeki X, Y, Z ve T noktalarına dokundurularak yaptığı gözlemler ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Test ucu X noktasına dokundurulduğunda ampul en parlak yanar.
- B) Test ucu Y noktasındayken oluşan direnç Z noktasındayken oluşan dirençten daha büyüktür.
- C) Test ucu X, Y, Z ve T noktalarına ayrı ayrı dokundurulduğunda ampul parlaklığı değişmez.
- D) Test ucu T noktasına dokundurulduğunda uzunluk arttığı için direnç en az olur.

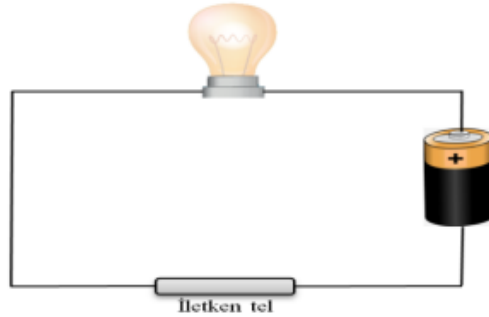
5.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

.....

5.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.



- I. İletken telin direnci ile ampul parlaklığı ters orantılıdır.
- II. Devrede kullanılan iletken telin kalınlığı azalırsa ampul parlaklığı artar.
- III. Devrede kullanılan iletken telin uzunluğu azalırsa ampul parlaklığı artar.

6.1-)Yukarıdaki elektrik devresinde verilenlerden hangileri doğrudur?

- A) I ve II
- B) I ve III
- C) II ve III
- D) I, II ve III

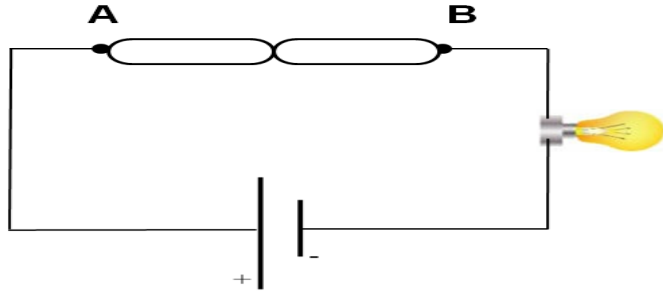
6.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....

.....

6.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.



**7.1-)** \* A-B uçları arasına K ve L maddeleri uç uca eklenerek yerleştirildiğinde ampul ışık vermiyor.

\* A-B uçları arasına L ve M maddeleri uç uca eklenerek yerleştirildiğinde ampul ışık veriyor.

\* A-B uçları arasına M ve N maddeleri uç uca eklenerek yerleştirildiğinde ampul ışık vermiyor.

Yukarıdaki verilen durumlarda aynı uzunluk ve kalınlıktaki K, L, M ve N maddeleri elektrik devresinde A-B uçları arasına uç uca yerleştirilerek ampulün ışık verme durumuna bakılıyor. Buna göre K, L, M ve N maddeleri aşağıda verilenlerden hangisi gibi olabilir?

| K            | L         | M         | N     |
|--------------|-----------|-----------|-------|
| A) Bakır     | Alüminyum | Tahta     | Gümüş |
| B) Plastik   | Gümüş     | Alüminyum | Tahta |
| C) Tahta     | Alüminyum | Plastik   | Bakır |
| D) Alüminyum | Tahta     | Gümüş     | Bakır |

**7.2-)** Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

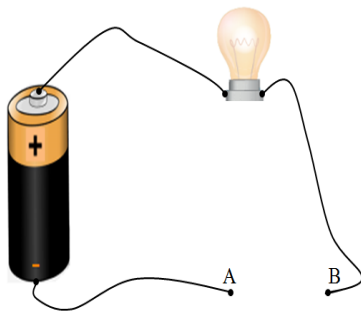
.....

.....

**7.3-)** Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

A) Eminim. B) Emin değilim.

**8.1-)** Aynı cins X, Y ve Z iletken tellerinin uzunlukları ve kesit alanları verilmiştir. X, Y ve Z iletkenleri sırayla A-B test uçları arasına yerleştirildiğinde gözlemlenen ampul parlaklıkları tabloda verilmiştir.



|          |                |
|----------|----------------|
| X teli:  | $\frac{L}{S}$  |
| Y teli : | $\frac{L}{2S}$ |
| Z teli:  | $\frac{2L}{S}$ |

| Devredeki iletken tel | Ampul Parlaklığı |
|-----------------------|------------------|
| X teli                | Parlak           |
| Y teli                | Çok Parlak       |
| Z teli                | Az Parlak        |

Bu durumun sebebi için;

- I. Dirençlerin büyükten küçüğe doğru sıralaması  $Z > X > Y$  şeklindedir.  
II. Y telinin kalınlığı X telinden fazla olduğu için Y telinin direnci X telininkinden daha büyüktür.  
III. Z telinin uzunluğu X telinden fazla olduğu için Z telinin direnci X telininkinden daha büyüktür.

Verilen bilgilerden hangileri doğrudur? (L: uzunluk, S: kesit alanı)

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

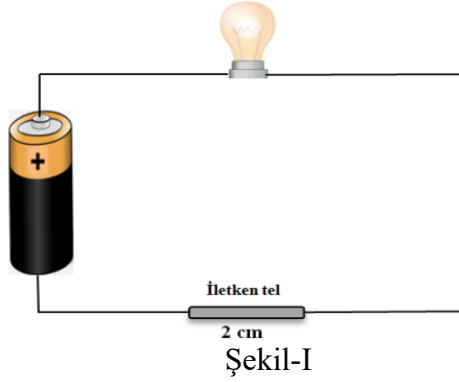
8.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

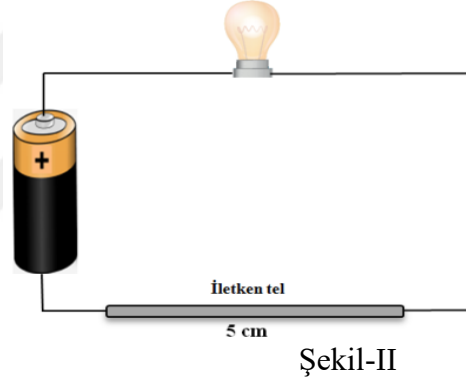
8.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.

9.1-) Aşağıda özdeş elektrik devrelerine aynı cins ve kalınlıkta farklı uzunlukta iletken teller bağlanarak ampullerin ışık vermesi sağlanıyor.



Şekil-I



Şekil-II

Buna göre devreler ile ilgili aşağıda verilenlerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Şekil-II'deki iletken telin direnci Şekil-I'deki iletken telin direncinden daha büyüktür.  
B) Verilen devrelerde iletken telin uzunluğu arttıkça ampulün parlaklığı artar.  
C) İletken telin uzunluğu ile ampulün parlaklığı ters orantılıdır.  
D) İletken telin uzunluğunun ampulün parlaklığına etkisini gözlenmiştir.

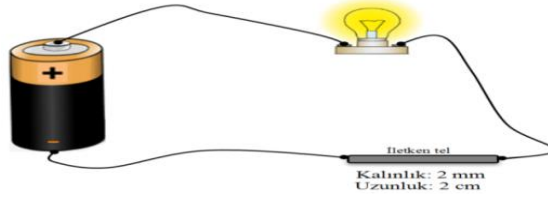
9.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

9.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.      B) Emin değilim.

**10.1-)** Bir iletken telin direnci telin uzunluğuna ve kalınlığına bağlı olarak değişir. Bir öğrenci tasarladığı bir deneyde iletken teli aşağıda verilen test uçları arasına yerleştirerek ampulün ışık vermesini sağlıyor.



Öğrenci ampulün parlaklığını arttırmak ve azaltmak için aşağıda verilen aynı cins iletken tellerden hangilerini kullanmalıdır?

**Parlaklığı arttırmak için**

**Parlaklığı azaltmak için**

A) Kalınlık : 2 mm ☐  
Uzunluk : 1 cm ☐

Kalınlık : 3 mm ☐  
Uzunluk : 2 cm ☐

B) Kalınlık : 1 mm ☐  
Uzunluk : 2 cm ☐

Kalınlık : 2 mm ☐  
Uzunluk : 3 cm ☐

C) Kalınlık : 3 mm ☐  
Uzunluk : 2 cm ☐

Kalınlık : 2 mm ☐  
Uzunluk : 3 cm ☐

D) Kalınlık : 2 mm ☐  
Uzunluk : 3 cm ☐

Kalınlık : 3 mm ☐  
Uzunluk : 2 cm ☐

**10.2-)** Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

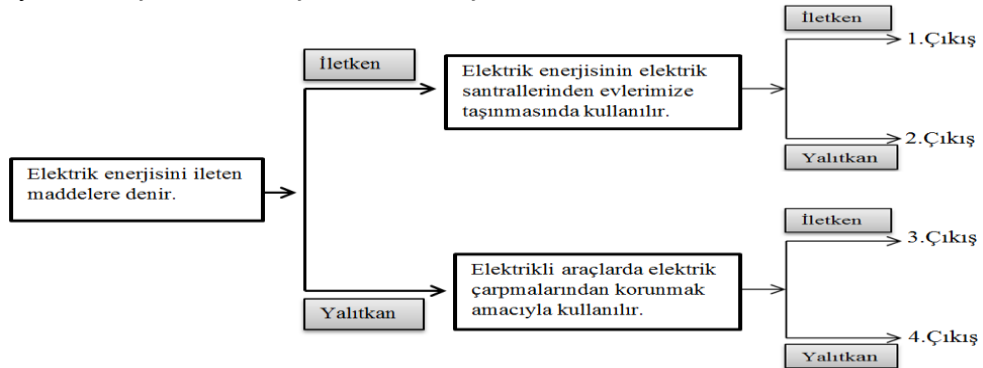
.....  
.....

**10.3-)** Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

A) Eminim.

B) Emin değilim.

**11.1-)** Aşağıdaki diyagramda Ali, Ayşe, Fatma ve Hasan'ın verdikleri cevaplara göre ilerleyerek ulaştıkları sonuçlar belirtilmiştir.



-Ali'nin cevabı 1. çıkış.

-Ayşe'nin cevabı 2. çıkış.

-Fatma'nın cevabı 3. çıkış.

-Hasan'ın cevabı 4. çıkış.

Buna göre aşağıda yapılan yorumlardan hangisi **yanlıştır**?

- A) Ali iletkenin tanımını ve kullanım alanını doğru biliyor.
- B) Ayşe iletkenin tanımını doğru biliyor ancak; kullanım alanını yanlış biliyor.
- C) Fatma yalıtkanın tanımını ve kullanım alanını yanlış biliyor.
- D) Hasan yalıtkanın tanımını doğru biliyor ancak; kullanım alanını yanlış biliyor.

11.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

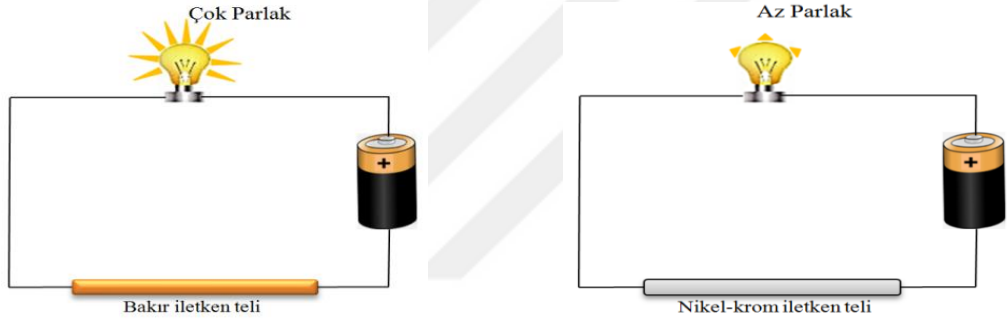
.....

.....

11.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

12.1-) Bir öğrenci özdeş ampul ve pillerden oluşturulmuş devrelerde aynı kalınlık ve uzunluktaki farklı cins iletkenler kullanarak aşağıdaki devreleri oluşturuyor ve sonuçlarını gözlemliyor.



Öğrencinin yaptığı araştırma ve gözlemlerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Farklı cins iletkenlerin dirençlerinin farklı olduğunu gözlemlemek istemiştir.
- B) İletkenlerin cinsinin ampul parlaklığına etkisini gözlemlemek istemiştir.
- C) Bakır iletken tel nikel-krom iletken tele göre elektriği daha iyi iletir.
- D) Nikel-krom telin direnci bakır telden az olduğu için ampulün parlaklığı daha azdır.

12.2-) Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

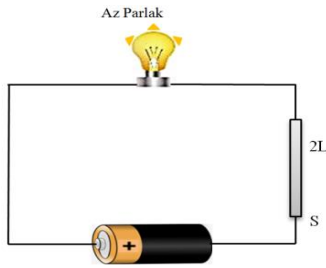
.....

.....

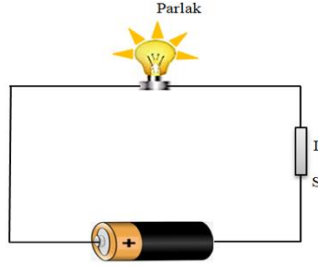
12.3-) Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

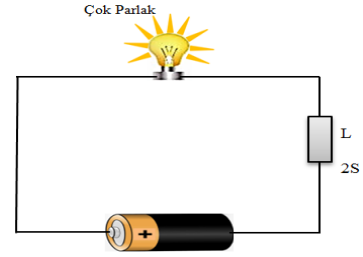
**13.1-)** Ali özdeş ampul ve pillerle kurduğu devrelerde farklı kalınlık ve uzunluktaki aynı cins iletken teller kullanmıştır. Ampullerin parlaklıklarının aşağıdaki şekillerde verildiği gibi farklı olduğunu gözlemlemiştir.



Şekil-1



Şekil-2



Şekil-3

Ali'nin yaptığı gözlemlere göre aşağıdaki ifadelerden söylerse doğru olur?  
(L:Uzunluk, S:Kalınlık)

- A) Ampulün parlaklığı iletken telin uzunluğu ile doğru orantılıdır.
- B) İletkenin kalınlığı arttıkça ampulün parlaklığı azalmaktadır.
- C) Ampul parlaklığı ile iletkenin uzunluğu arasındaki ilişkiyi test etmek için Şekil-1 ve Şekil-2 seçilmelidir.
- D) Ampul parlaklığı ile iletkenin kalınlığı arasındaki ilişkiyi test etmek için Şekil-1 ve Şekil-3 seçilmelidir.

**13.2-)** Yukarıdaki soruya verdiğiniz cevabın nedenini açıklayınız.

.....  
.....

**13.3-)** Yukarıdaki iki soruya verdiğiniz cevaptan emin misiniz?

- A) Eminim.
- B) Emin değilim.

**EK-4 Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı Modülü Ders Etkinlikleri ve Özet Planı**

| <b>AYARLANABİLİR ANAHTAR TASARIMI MODÜLÜ</b> |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mühendislik<br/>Tasarım<br/>Süreçleri</b> | <b>Ders No</b>                                                                                            | <b>DERS ETKİNLİKLERİ</b>                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Hazırlık</b>                              | 1                                                                                                         | Gruplar oluşturulur. Mühendislik mesleğini, mühendislerin ne iş yaptıklarını ve MTS basamaklarını öğrenirler. MND ile tanışır. MND'nin kullanımını ve sürece katkısını kavrar.                                                     |
| <b>Tanımlama</b>                             | 2                                                                                                         | Mühendislik Tasarım Problemi ile karşılaşır. Öğrenciler bu basamakta verilen problem durumunda belirtilen ihtiyaçları belirleyip gerekli başarı kriterlerini ve kısıtlamaları ortaya koyarlar.                                     |
| <b>ÖĞRENME</b>                               | 3-4-5-6<br><b>Öğrenme1</b><br>(Elektrik Devre Şemaları)<br><br>(Ampul Parlaklığını Etkileyen Değişkenler) | - Tablo1.1. formunu doldurur.<br>- DENEY1 düzeneğini hazırlar ve kurar.<br>- Tekrar Tablo1.1. formunu doldurur.<br>- Tablo1.2. formunu doldurur.<br>- DENEY2 düzeneğini hazırlar ve kurar.<br>- Tekrar Tablo1.2. formunu doldurur. |
|                                              | 7-8-9-10<br><b>Öğrenme2</b><br>İletkenler ve Yalıtkanlar                                                  | - Tablo2.2. formunu doldurur.<br>- DENEY3 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- Deney sırasında Tablo2.1. 'i doldurur.<br>- Tekrar Tablo2.2. formunu doldurur.                                                                     |

|                 |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                 | 11-12-13-14<br><b>Öğrenme3</b><br>(Elektriksel direnç, elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler/İletkenin cinsi, uzunluğu, kesit alanı ile ampul parlaklığı ilişkisi) | - Tablo3.1. formunu doldurur.<br>- DENEY4 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- DENEY5 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- DENEY6 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- Tekrar Tablo3.1. formunu doldurur.                                                                                                                                                                                                            |
|                 | 15-16-17-18<br><b>Öğrenme4</b><br>(Elektriksel direnç, elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler/ Direnç-Ampul parlaklığı ilişkisi)                                    | - Tablo4.1. formunu doldurur.<br>- DENEY7 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- DENEY8 düzeneğini kurarlar ve yaparlar.<br>- Tekrar Tablo4.1. formunu doldurur.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Planlama</b> | 19                                                                                                                                                                       | <p>Öğrendikleri bilgileri kullanarak, verilen gerçek yaşam problemlerindeki sorunu çözen tasarım planını önce bireysel, sonra grup olarak aşağıdaki aşamalarla geliştirirler.</p> <p>*Problem durumu için gerekli başarı kriterlerini ve kısıtlamaları ortaya koyar.</p> <p>*Problem durumu için olası çözüm yolları geliştirir.</p> <p>*Gerekli kriterlere ve kısıtlamalara uygun en iyi çözüm yoluna karar verir.</p> |
|                 |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                 |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |    | <p>*Gerekli kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alarak, ihtiyaç duyduğu malzeme ve materyallere karar verir, listeler.</p> <p>*Belirlediği tasarımın çizimini yapar.</p> <p>*Tasarım çiziminde kullanılacak malzemeleri gösterir.</p> <p>*Tasarımın ne şekilde çalışacağını matematik ve fen bilimleri verileri ile destekleyerek açıklar.</p> <p>*Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır.</p>                                                                                            |
| <b>Prototip Oluşturma</b>       | 20 | <p>Grup kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alarak geliştirdikleri modelin bir prototipini aşağıdaki aşamalarla oluştururlar.</p> <p>*Tasarım için uygun malzemeyi temin etme, araç-gereçleri seçme, çalışma takvimi oluşturma, maliyet hesaplaması yapma ve değerlendirme süreçleri üzerinde durulur.</p> <p>*Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar.</p> <p>*Tasarımın çıkış noktası, hangi ihtiyaca cevap verdiği, nasıl yapıldığı, nasıl değerlendirildiği ve sonuçlandırıldığı üzerinde durulur.</p> |
| <b>Test Etme ve Karar Verme</b> | 21 | <p>Prototipleri test ederler ve verileri toplayarak analiz ederler. Test sonuçlarına, kriterlere ve kısıtlamalara göre prototiplerin problemin çözümü için yeterli olup olmadığına karar verirler. Tasarım geliştirme planı oluştururlar.</p> <p>*Tasarımı test eder</p> <p>*Test sonuçlarını değerlendirir</p> <p>*Tasarımların belirlenen kriterlere ve kısıtlamalara uygun olup olmadığını belirler.</p>                                                                                                           |

|                          |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |    | <p>*Test sonuçlarına uygun olarak tasarımını geliştirir.</p> <p>*Tasarım modeli için uygun geliştirme önerilerini belirler ve sunar.</p>                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Yeniden Tasarlama</b> | 22 | <p>Oluşturdukları tasarım geliştirme planını takip ederek tasarımı geliştirirler. Tasarımın son halini vererek test ederler.</p> <p>* Tasarım değerlendirdikten sonra elde ettiği veriler ve önerilere göre tasarımını yeniden yapılandırır.</p> <p>*Yeniden oluşturduğu tasarımı test eder.</p> <p>*Tasarımlar kriter ve kısıtlamalara göre değerlendirilir.</p> |

Deney 1:Ampul Sayısı Değişirse Parlaklık Nasıl Değişir?

Deney 2: Pil Sayısı Değişirse Parlaklık Nasıl Değişir?

Deney 3: Hangisi Elektriği İletti?

Deney 4: İletken Telin Cinsinin Ampul Parlaklığına Etkisi

Deney 5: İletken Telin Uzunluğunun Ampul Parlaklığına Etkisi

Deney 6: İletken Telin Kalınlığının(Dik Kesit Alanının) Ampul Parlaklığına Etkisi

Deney 7: Direncin Etkisi Nasıl Olur?

Deney 8: En Büyük Direnç Hangisi?

## EK-5. Ayarlanabilir Anahtar Tasarımı Modülü Mühendislik Not Defteri

### 1.Mektup: PROBLEM DURUMU

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?

Talep eden kimdir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Talep eden kişinin problemi nedir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Talep eden bu fikri neden çözmek istiyor?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Bu problem özöldüğünde kime fayda sağlayacak?

Ürünün kriterleri(gereksinimleri) ve kısıtlamaları(sınırlama) nelerdir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Problem durumu için gerekli olan bilgiler nelerdir?

## 2. Mektup:

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Ürünü tasarlamamız 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.

Basit bir elektrik devresi elemanları nelerdir? Yazınız.

Bireysel fikrim

Grup fikri

Elektrik devresi elemanlarını sembollerle çizerek gösteriniz?

Bireysel fikrim

Grup fikri

Basit bir elektrik devresi kurmadaki görevim ne?

Kurduğunuz basit elektrik devresini çiziniz. Devre elemanlarını çizdiğiniz devrede belirtiniz.

Kurduğunuz elektrik devresi şeması nasıl çizilir?

Bireysel fikrim

Grup fikrim

**Tablo 1.1.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                            | Nasıl öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne öğrendim? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>1.Ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: |                      |                             |
| <b>2.Ampul sayısı azalırsa ampul parlaklığı artar.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: |                      |                             |

**Tablo 1.2.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                            | Nasıl öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne öğrendim? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>1. Pil sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni:   |                      |                             |
| <b>2. Pil sayısı azalırsa ampul parlaklığı azalır.</b><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: |                      |                             |

### 3.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev ampul sayısının ve pil sayısının ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. Aynı ayrı ampul sayısını ve pil sayısını değiştirerek devreler kurun ve ampul parlaklığını gözlemleyiniz. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Ampul sayısını arttırmanın ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Pil sayısını arttırmanın ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Ampul sayısı ile ampul parlaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bireysel fikrim:

Grup fikri:

Pil sayısı ile ampul parlaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bireysel fikrim:

Grup fikri:

**Tablo 2.2.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği.

|                                                                                                                                                     | Nasıl öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne öğrendim? |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <b>1. Elektrik enerjisinin taşınmasında iletken maddeler kullanılır.</b><br><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni:    |                      |                             |
| <b>2. Elektrik çarpmasından korunmak için yalıtkan maddeler kullanılır.</b><br><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni: |                      |                             |
| <b>3.Genel olarak metaller iletken maddelerdir.</b><br><br>Katılıyorum ( )<br>Katılmıyorum ( )<br>Bilmiyorum ( )<br>Nedeni:                         |                      |                             |

#### 4.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev hangi maddeler elektrik enerjini ileteceğini, hangi maddeler elektrik enerjisini iletmeyeceğini araştırmak. Tasarımımızı yapabilmemiz için elektrik devrelerinde hangi maddeleri kullanmalıyız? Ayrıca kullanacağımız tellerden hangisi daha iyi elektrik iletir? Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Hangi maddeler elektriği iletti?

Hangi maddeler elektriği iletmedi?

Hangi maddeler elektriği daha iyi iletti?

Hangi maddeler elektriği daha az iletti?

**Tablo 2.1.** Ampulün Yanıp Yanmama Durumu

| <b>MADDELER</b>  | <b>Ampul Işık Verdi.</b> | <b>Ampul Işık Vermedi.</b> |
|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Tuzlu su         |                          |                            |
| Tahta            |                          |                            |
| Madeni para      |                          |                            |
| Plastik          |                          |                            |
| Demir ataç       |                          |                            |
| Kurşun kalem ucu |                          |                            |
| Gümüş yüzük      |                          |                            |
| Bakır tel        |                          |                            |
| Silgi            |                          |                            |
| Sirkeli su       |                          |                            |
| Şekerli su       |                          |                            |
| Nikel-krom tel   |                          |                            |

İletken ve yalıtkan nedir? Açıklayınız.

Bireysel fikrim

Grup fikri

**Tablo 3.1.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği

|                                                                                                                                                                                                              | Nasıl öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne öğrendim? |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| <p><b>1. Farklı cins iletken tellerin bağlandığı basit elektrik devresinde ampul parlaklığı değişiklik gösterir.</b></p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p> |                      |                             |
| <p><b>2.Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin uzunluğu arttıkça ampul parlaklığı da artar?</b></p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p>             |                      |                             |
| <p><b>3. Basit elektrik devresine bağlanan iletken telin kalınlığı arttıkça ampul parlaklığı da artar?</b></p> <p>Katılıyorum ( )</p> <p>Katılmıyorum ( )</p> <p>Bilmiyorum ( )</p> <p>Nedeni:</p>           |                      |                             |

## 5.Mektup

ETADER başkanlığından;

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 bakır ve krom-nikel tellerin ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. İletken telin cinsinin, uzunluğunun ve kesit alanının ampul parlaklığına etkisini göstermenizi istiyorum. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Mühendislik tasarım sürecini hangi basamağındayız?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Aynı uzunluk ve kalınlıktaki bakır teli ile nikel-krom telleri devreye ayrı ayrı bağladığımızda ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Aynı kalınlıktaki farklı uzunluktaki nikel-krom telleri devreye ayrı ayrı bağladığımızda ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden? İletken telin uzunluğu ile ampul parlaklığı ilişkisini söyleyiniz.

Aynı uzunluktaki farklı kalınlıktaki nikel-krom telleri devreye ayrı ayrı bağladığımızda ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden? İletken telin kalınlığı(kesit alanı) ile ampul parlaklığı ilişkisini söyleyiniz.

| Nikel-krom tel için Aşamalar | TELİN UZUNLUĞU | Ampul Parlaklığı(Az ya da Çok) Karşılaştırması | Önceki aşamaya göre Ampul parlaklığı değişimi (Arttı ya da Azaldı) |
|------------------------------|----------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.deneme                     | 10 cm          |                                                | -----                                                              |
| 2.deneme                     | 40 cm          |                                                |                                                                    |

| Nikel-Krom tel için Aşamalar | TELİN KALINLIĞI (Kesit Alanı) | Ampul Parlaklığı(Az ya da Çok) Karşılaştırması | Önceki aşamaya göre Ampul parlaklığı değişimi (Arttı ya da Azaldı) |
|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.deneme                     | 0,20 mm                       |                                                | -----                                                              |
| 2.deneme                     | 0,40 mm                       |                                                |                                                                    |

**Tablo 4.1.** Öğrenme aktivitesinde kullanılabilecek bir form örneği.

|                                                                                                                                                                                        | Nasıl<br>öğrenebilirim? | Deneyden sonra ne<br>öğrendim? |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| <b>1. Basit elektrik devresinde İletken telin direnci arttıkça ampul parlaklığı artar.</b><br><br>Katılıyorum ( )<br><br>Katılmıyorum ( )<br><br>Bilmiyorum ( )<br><br>Nedeni:         |                         |                                |
| <b>2. Aynı uzunluk ve aynı kalınlıktaki farklı cins tellerin dirençleri birbirinden farklıdır.</b><br><br>Katılıyorum ( )<br><br>Katılmıyorum ( )<br><br>Bilmiyorum ( )<br><br>Nedeni: |                         |                                |
| <b>3. İletken telin uzunluğu arttıkça direnci de artar?</b><br><br>Katılıyorum ( )<br><br>Katılmıyorum ( )<br><br>Bilmiyorum ( )<br><br>Nedeni:                                        |                         |                                |
| <b>4. İletken telin kalınlığı arttıkça direnci de artar?</b><br><br>Katılıyorum ( )<br><br>Katılmıyorum ( )<br><br>Bilmiyorum ( )<br><br>Nedeni:                                       |                         |                                |

## 6.Mektup

ETADER başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Devreleri çok iyi hazırladınız. Ürünü oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev farklı dirençlerin ampul parlaklığına etkisine araştırmak olacak. İletkenin direncinin ampul parlaklığına etkisini gösterecek grafik çizmenizi istiyorum. İletken telin cinsinin, uzunluğunun ve kesit alanının iletkenin direncine etkisini göstermenizi istiyorum. Ayrıca farklı ampuller aynı devreye ayrı ayrı bağlandığında parlaklıklarını gözlemlemenizi istiyorum. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.

Direnci arttırmanın ampul parlaklığına etkisi oldu mu? Neden?

Direnç nedir? Açıklayınız.

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Direnç ile ampul parlaklığı arasında nasıl bir ilişki vardır?

Bireysel fikrim:

Grup fikri:

Direnç ile ampul parlaklığı arasındaki ilişkiyi gösterecek grafiği çiziniz?

Aynı uzunluk ve kalınlıktaki bakır ile nikel-krom tellerden hangisinin direnci daha fazladır? Neden?

Aynı kalınlıktaki farklı uzunluktaki nikel-krom tellerden hangisinin direnci daha fazladır? Neden? İletken telin uzunluğu ile direnç arasındaki ilişkiyi söyleyiniz.

Aynı uzunluktaki farklı kalınlıktaki nikel-krom tellerden hangisinin direnci daha fazladır? Neden? İletken telin kalınlığı(kesit alanı) ile direnç arasındaki ilişkiyi söyleyiniz.

Farklı ampuller aynı elektrik devresine ayrı ayrı bağlandığında ampul parlaklığı nasıl değişti? Neden?

## 7.Mektup

ETADER başkanlığından;

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.

Mühendislik tasarım sürecini hangi basamağınızda?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

**Bireysel Tasarım Fikri:** (Birden fazla tasarım fikri olabilir.)

| Tasarım Fikrinizi Çiziniz. | Sizce neden işe yarayacak? |
|----------------------------|----------------------------|
|                            |                            |

Grupça denemeler yaparak ve ortak bir tasarım fikri belirleyiniz.

**Grubun Tasarım Fikri:**

| Tasarım Fikrinizi Çiziniz. | Sizce neden işe yarayacak? |
|----------------------------|----------------------------|
|                            |                            |

**Grubun tasarım fikrinizi yazınız:**

| Tasarım Fikri:                                                                                                                       | Veriler/Kanıt:                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Çizimi yapılan devrede kullanılan malzemelerinin her birinin ne olduğunu, ne yaptığını ve ne işe yaradığını içeren bir plan yazınız. | Tasarım fikrinizi destekleyen fen ve matematik öğrenmelerinizi yazınız. |
|                                                                                                                                      |                                                                         |

**Gerekçe** – Neden bu tasarım fikrinin işe yarayacağını düşünüyorsunuz?

Problemin kriter ve kısıtlamalarını karşılamak için tasarım fikrinizi nasıl desteklediğinizi açıklayın.

|                                 | Ne kullandım? | Bunu ne için kullandım? |
|---------------------------------|---------------|-------------------------|
| Pil türü                        |               |                         |
| Telin Cinsi                     |               |                         |
| İnce – kalın tel                |               |                         |
| Kısa – uzun tel                 |               |                         |
| Ampul cinsi                     |               |                         |
| Telin sarılacağı kablo          |               |                         |
| Kabloları yerleştirdiğimiz kutu |               |                         |

Testlerinizin sonuçları nelerdir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Çözümünüzün (tasarımınızın) test sonuçlarından neler öğrendiniz? Çalışan ve çalışmayan şeyleri açıklayınız.

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Testlerinizin sonuçlarına dayanarak çözümünüzü(tasarımınızı) geliştirmek için ne gibi değişiklikler yapacaksınız?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Bu değişiklikleri neden yapacaksınız?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Çözümünüz (tasarımınız) hangi yollar ile problemin kriterlerini(gereksinimleri) ve kısıtlamalarını karşılamaktadır?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Çözümünüz hangi açılardan problemin kriterlerini ve kısıtlamalarını karşılamıyor?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

### **Tekrardan Tasarlama**

Testlerinizin sonuçları nelerdir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Yeniden tasarımınız çözümünüzü (tasarımınız) geliştirdi mi?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

Problemin kriterlerini ve kısıtlamalarını karşılamak ve problemi çözmek için bilinmesi gereken fen ve matematik öğrenmeleri nelerdir?

Benim fikrim:

Grubun fikri:

## EK-6. Uygulama Sürecine Ait Resimler

