

**ARGÜMANTASYON DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF  
ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİNDE ELEŞTİREL  
DÜŞÜNMELERİNE VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**Kenan CENGİZ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim 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 ANABİLİM DALI**

**ARGÜMANTASYON DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF**  
**ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİNDE**  
**ELEŞTİREL DÜŞÜNMELERİNE VE AKADEMİK**  
**BAŞARILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Kenan CENGİZ**

**TEZ YÖNETİCİSİ**  
**Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

**JÜRİ ÜYELERİ**  
**Prof. Dr. İbrahim ÜNAL**  
**Prof. Dr. Mehmet YALÇIN**

**AĞRI - 2025**

## KABUL VE ONAY

|                                                                                   |                                                                           |                  |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|
|  | <b>LİSANSÜSTÜ EĞİTİM<br/>ENSTİTÜSÜ<br/>TEZ KABUL VE ONAY<br/>TUTANAĞI</b> | Doküman No       | FR-211     |
|                                                                                   |                                                                           | İlk Yayın Tarihi | 26.02.2024 |
|                                                                                   |                                                                           | Revizyon Tarihi  |            |
|                                                                                   |                                                                           | Revizyon No      | 00         |
|                                                                                   |                                                                           | Sayfa No         | 1/1        |

### ARGÜMANTASYON DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİNDE ELEŞTİREL DÜŞÜNMELERİNE VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY danışmanlığında, Kenan CENGİZ tarafından hazırlanan bu çalışma, .../.../... tarihinde aşağıda isimleri belirtilen jüri tarafından değerlendirilmiş olup Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans **oybirliği / oy çokluğu (.../...)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet Yalçın                      İmza :

Üye : Prof. Dr. İbrahim ÜNAL                      İmza :

Üye : Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY                      İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .../.../... tarih ve .... / ..... numaralı kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mehmet TEYFUR**  
**Enstitü Müdürü**

## TEZ BENZERLİK ORANI

| Benzerlik Oranlarına Dair Beyannamedir |                                                                                                                                                                     |                 |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Öğrenci Adı Soyadı                     | Kenan CENGİZ                                                                                                                                                        |                 |
| Numarası                               | 220601259                                                                                                                                                           |                 |
| Ana Bilim Dalı                         | Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi                                                                                                                                  |                 |
| Bilim Dalı                             | Fen Bilgisi Eğitimi                                                                                                                                                 |                 |
| Programı                               | Fen Bilgisi Eğitimi                                                                                                                                                 |                 |
| Danışman Unvanı Adı Soyadı             | Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY                                                                                                                                        |                 |
| Tez Başlığı                            | Argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin elektrik devreleri ünitesinde eleştirel düşünmelerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi |                 |
| Bölümler                               | Turnitin Sonucu                                                                                                                                                     | En Yüksek Değer |
| Giriş                                  | % 14                                                                                                                                                                | % 25            |
| Kuramsal Temeller/Kavramsal Çerçeve    | % 11                                                                                                                                                                | % 30            |
| Materyal ve Yöntem                     | % 9                                                                                                                                                                 | % 30            |
| Araştırma Bulguları                    | % 19                                                                                                                                                                | % 20            |
| Sonuç/Tartışma/Öneri                   | % 10                                                                                                                                                                | % 20            |
| <b>TEZ (GENEL)</b>                     | %16                                                                                                                                                                 | % 25            |

14/08/2025

Yukarıda bilgileri yazılı tez çalışmasının benzerlik oranları Turnitin raporundan alındığı haliyle yazılmış olup tüm bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Kenan CENGİZ

Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ARGÜMANTASYON DESTEKLİ STEM EĞİTİMİNİN 7. SINIF**  
**ÖĞRENCİLERİNİN ELEKTRİK DEVRELERİ ÜNİTESİNDE ELEŞTİREL**  
**DÜŞÜNMELERİNE VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİNİN**  
**İNCELENMESİ**

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

21. yüzyılda, ülkelerin küresel rekabet gücünü artırabilmeleri için bireylerin sahip olmaları gereken özellikler büyük önem taşır. Günümüzün hızla değişen dünyasında, sadece bilgiye erişmek değil, aynı zamanda bu bilgiyi etkili bir şekilde kullanabilme yeteneği de çok önemlidir. Dolayısıyla, bireylerin sadece ezberci bir öğrenme yaklaşımından uzaklaşarak, araştırma yapma, sorgulama, problem çözme, yaratıcılık, analitik düşünme ve inovasyon gibi becerileri geliştirmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda, STEM eğitimi bu çağın gereksinimlerine uygun bir eğitim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu araştırmanın amacı, argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin Elektrik Devreleri ünitesinde eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisinin değerlendirilmesini ortaya koymaktır. Araştırmanın örneklemi 2022-2023 eğitim- öğretim yılında Ağrı merkeze bağlı bir devlet okulunda 7. sınıfta eğitim gören iki şubeden toplam 40 öğrenciden oluşmaktadır. Bu şubelerden biri STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı deney grubu (DG=20), diğeri ise milli eğitimin programı dâhilinde ders işlenen kontrol grubu (KG=20) olarak belirlenmiştir. Çalışma nicel bir çalışmadır. Araştırmanın deseni ise yarı deneyseldir. Çalışma 16 ders saati ile tamamlanmıştır. Çalışmadaki veriler, “Akademik Başarı Testi” ve “Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen verilerin analizi istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarını ve eleştirel düşüncelerini olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Argümantasyon, Elektrik Devreleri, Eleştirel Düşünme, STEM  
**2025, 125 Sayfa**

**ABSTRACT**  
**MASTER’S THESIS**  
**AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ARGUMENTATION-BASED**  
**STEM EDUCATION ON 7TH GRADE STUDENTS’ CRITICAL THINKING**  
**AND ACADEMIC ACHIEVEMENT IN THE ELECTRIC CIRCUITS UNIT**  
**Thesis Advisor: Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY**

In the 21st century, the qualities that individuals must possess to enhance their countries’ global competitiveness have gained significant importance. In today’s rapidly changing world, it is not only essential to have access to information but also to possess the ability to utilize this information effectively. Therefore, individuals need to move away from rote-learning approaches and develop skills such as conducting research, inquiry, problem-solving, creativity, analytical thinking, and innovation. In this context, STEM education emerges as an instructional approach that aligns with the demands of the modern era. The purpose of this study is to evaluate the effect of argumentation-based STEM education on 7th-grade students’ critical thinking skills and academic achievement in the Electric Circuits unit. The study sample consisted of a total of 40 students from two 7th-grade classes in a public school located in Ağrı city center during the 2022–2023 academic year. One of these classes was designated as the experimental group (EG = 20), in which the STEM education approach was implemented, while the other served as the control group (CG = 20), where the lessons were conducted according to the national curriculum. The research employed a quantitative method and was designed as a quasi-experimental study. The implementation process lasted for 16 instructional hours. Data were collected through the “Academic Achievement Test” and the “Critical Thinking Disposition Scale.” The collected data were analyzed by statistical program, and the results revealed that the argumentation-based STEM education had a positive impact on 7th-grade students’ academic achievement and critical thinking skills.

**Keywords:** Argumentation, Critical Thinking, Electric Circuits, STEM

**2025, 125 pages**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, çalışmalarımın tamamlanabilmesi için her türlü imkânı sağlayan, bana her daim destek olan, zamanını ayırarak bilgi birikimini, deneyimini ve sabrını esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda önemli katkıları olan ve çalışmamda bana ilham veren değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Gülsün KARSLI'ya çok teşekkür ederim. Bu süreçte tez çalışmama katkı sağlayan doktora öğrencisi ve öğretmen arkadaşım Emrah KARAPOLAT'a çok teşekkür ederim. Eğitim hayatım boyunca bana katkı sağlayan kıymetli hocalarıma, her koşulda yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili babam Aziz CENGİZ'e ve annem Aklime CENGİZ'e çok teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışması süresince bana manevi destek olan eşim Figen CENGİZ'e ve yapılan etkinlikleri merak eden oğlum Ahmet Arif'e ve kızım Asel İkra'ya gönülden teşekkür ederim.

Kenan CENGİZ

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| KABUL VE ONAY .....                                                                     | ii  |
| TEZ BENZERLİK ORANI .....                                                               | iii |
| ÖZET.....                                                                               | iv  |
| TEŞEKKÜR.....                                                                           | vi  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                       | vii |
| KISALTMALAR VE SİMGELER.....                                                            | ix  |
| TABLOLAR VE ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                        | x   |
| 1. GİRİŞ .....                                                                          | 1   |
| 1.1. Problem Durumu .....                                                               | 1   |
| 1.2. Araştırmanın Amacı .....                                                           | 3   |
| 1.3. Araştırmanın Önemi .....                                                           | 3   |
| 1.4. Araştırma Problemi .....                                                           | 5   |
| 1.4.1. Alt problemler .....                                                             | 5   |
| 1.5. Varsayımlar .....                                                                  | 6   |
| 1.6. Sınırlılıklar.....                                                                 | 6   |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....                                          | 7   |
| 2.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı .....                                                       | 7   |
| 2.2.1. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci.....                                  | 9   |
| 2.2.2. Neden STEM eğitimi .....                                                         | 14  |
| 2.2.3. STEM eğitiminin etkililiği .....                                                 | 15  |
| 2.2.4. STEM okuryazarlığı.....                                                          | 15  |
| 2.2.5. Argümantasyon ve Argümantasyon Tabanlı Öğrenme.....                              | 17  |
| 2.2.6. Argümantasyon Modeli.....                                                        | 17  |
| 2.2.7. Fen Eğitimi ve Argümantasyon .....                                               | 18  |
| 2.2.8. 21. Yüzyıl Becerileri .....                                                      | 20  |
| 2.2.9. Eleştirel Düşünme Becerileri .....                                               | 21  |
| 2.2. İlgili Çalışmalar .....                                                            | 24  |
| 2.2.1. Argümantasyon Destekli STEM Eğitimi ile ilgili Yapılmış Çalışmalar .....         | 24  |
| 2.2.2. STEM eğitiminin eleştirel düşünme üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar ..... | 30  |
| 3. YÖNTEM .....                                                                         | 34  |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1. Araştırmanın Modeli .....                                    | 34  |
| 3.2. Evren ve Örneklem.....                                       | 34  |
| 3.3. Veri Toplama Araçları.....                                   | 34  |
| 3.3.1. Akademik Başarı Testi .....                                | 34  |
| 3.3.2. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği .....                     | 39  |
| 3.4. Uygulama Süreci .....                                        | 39  |
| 3.4.1. Konu Seçimi.....                                           | 40  |
| 3.4.2. Modülün Oluşturulma Süreci .....                           | 40  |
| 3.4.3. Modüle yönelik uzman görüşünün alınması .....              | 43  |
| 3.4.4. Deney grubu öğrencilerine yönelik uygulama süreci.....     | 44  |
| 3.4.5. Deney grubuna uygulanan argümantasyon etkinlikleri.....    | 55  |
| 3.4.6. Kontrol grubu öğrencilerine yönelik yapılan uygulama ..... | 57  |
| 3.5. Verilerin analizi .....                                      | 57  |
| 4. BULGULAR VE YORUM .....                                        | 60  |
| 4.1. Birinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....      | 60  |
| 4.2. İkinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....       | 60  |
| 4.3. Üçüncü alt probleme ilişkin elde edilen bulgular.....        | 61  |
| 4.4. Dördüncü alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....     | 62  |
| 4.5. Beşinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....      | 62  |
| 4.6. Altıncı alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....      | 63  |
| 4.7. Yedinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular.....       | 64  |
| 4.8. Sekizinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular .....    | 64  |
| 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....                              | 66  |
| KAYNAKLAR .....                                                   | 70  |
| EKLER.....                                                        | 82  |
| EK 1. Araştırma Uygulama İzni ve Etik Kurul İzni.....             | 82  |
| EK 2. Etik Kurul İzni .....                                       | 83  |
| EK 3. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Uygulama İzni .....        | 84  |
| EK 4. Akademik Başarı Testi.....                                  | 85  |
| EK 5. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği .....                      | 91  |
| EK 6. Tasarıma yönelik deneyler ve tasarım çalışmaları .....      | 92  |
| EK 7. Poster Çalışmaları Örnekleri .....                          | 101 |
| EK 8. Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek Tasarımı Modülü .....     | 104 |
| EK 9. Argümantasyon Etkinlikleri Örnekleri.....                   | 108 |

## **KISALTMALAR VE SİMGELER**

ABT : Akademik Başarı Testi

DG : Deney Grubu

EDEÖ : Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

KG : Kontrol Grubu

KR-20 : Kuder ve Richardson Güvenilirlik Katsayısı

MTS : Mühendislik Tasarım Süreci

MEB : Milli Eğitim Bakanlığı

STEM : Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik),  
Mathematics (Matematik)

## TABLolar VE ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Farklı Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları .....                                                            | 10 |
| <b>Tablo 3.1.</b> ABT'ye yönelik belirtke tablosu .....                                                                          | 35 |
| <b>Tablo 3.2.</b> ABT'nin madde güçlük-ayrıt edicilik indeksi değerleri.....                                                     | 37 |
| <b>Tablo 3.3.</b> Keşfedilecek Konular.....                                                                                      | 40 |
| <b>Tablo 3.5.1.</b> Eleştirel düşünme eğilimi ölçeği betimsel istatistik sonuçları.....                                          | 57 |
| <b>Tablo 3.5.2.</b> Akademik başarı testi betimsel istatistik sonuçları.....                                                     | 58 |
| <b>Tablo 4.1.</b> EDEÖ ölçeğinin ön testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları.....                          | 60 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Deney grubunun EDEÖ ölçeğinin ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi. Sonuçları.....    | 61 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Kontrol grubunun EDEÖ ölçeğinin ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları .....  | 61 |
| <b>Tablo 4.4.</b> EDEÖ ölçeğinin son testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları.....                         | 62 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Akademik başarı testi ön testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları .....                  | 63 |
| <b>Tablo 4.6.</b> Deney grubunun akademik başarı ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları .....   | 63 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Kontrol grubunun akademik başarı ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları ..... | 64 |
| <b>Tablo 4.8.</b> Akademik başarı testi son testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları .....                 | 65 |
| <b>Şekil 2.1.</b> Mühendislik Tasarım Süreci .....                                                                               | 11 |
| <b>Şekil 2.2.</b> Toulmin Modeli .....                                                                                           | 18 |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.3 Eleştirel düşünmeyi oluşturan bileşenler .....                                               | 23 |
| Şekil 3.1. Mühendislik Tasarım Süreci .....                                                            | 45 |
| Şekil 3.2. Ders öncesi MND çalışması .....                                                             | 45 |
| Şekil 3.3. MND defteri kullanımı öncesi bilgilendirme .....                                            | 46 |
| Şekil 3.4. Senaryo örneği .....                                                                        | 46 |
| Şekil 3.5. Senaryo okunduktan sonra cevaplanan sorular .....                                           | 47 |
| Şekil 3.6. Senaryoya ait kriter ve kısıtlamaların belirlenmesi.....                                    | 48 |
| Şekil 3.7. Öğrenme basamağına yönelik mektup .....                                                     | 48 |
| Şekil 3.8 Deney öncesi ve sonrası çizim örneği .....                                                   | 49 |
| Şekil 3.9. Öğrenme basamağında sorulan soruya deney öncesi ve sonrası verilen cevaplar.....            | 50 |
| Şekil 3.10. Öğrenme basamağına yönelik mektup .....                                                    | 50 |
| Şekil 3.11. Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresini gösteren gözlem sonuçları .....              | 51 |
| Şekil 3.12. Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresini gösteren grafikler .....                     | 51 |
| Şekil 3.13. Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresi ile ilgili deney .....                         | 52 |
| Şekil 3.14. Planlama basamağına yönelik mektup .....                                                   | 52 |
| Şekil 3.15. Bireysel tasarım çizimine ait bir örnek .....                                              | 53 |
| Şekil 3.16. Grup tasarım çizimine ait bir örnek .....                                                  | 53 |
| Şekil 3.17. Tasarım fikrine yönelik malzemeler ile kriter ve kısıtlamaları destekleyen bir örnek ..... | 54 |
| Şekil 3.18. Bir öğrenci grubuna ait test sürecine yönelik bir görsel .....                             | 54 |

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Problem Durumu

Değişen yaşam koşullarıyla birlikte, birçok alanda önemli değişiklikler gerçekleşmektedir. Küreselleşmeyle birlikte, toplumsal, ekonomik, politik ve diğer alanlarda çeşitli değişim ve gelişmeler yaşanmaktadır (Gökbayrak ve Karışan, 2017). Bilim ve teknolojideki gelişmeler, bireylerin ve toplumların ihtiyaçlarındaki değişikliklerle birlikte öğrenme yöntemlerinde ve beklentilerde önemli değişikliklere neden olmuştur (Yücel, 2019). Geleneksel öğrenme yöntemlerinden farklı olarak, günümüzde bireylerden hazır bilgiyi kullanmanın ötesine geçmeleri ve problem çözme süreçlerinde aktif rol almaları beklenmektedir. Bu, bireylerin bilimsel araştırma yöntemlerini kullanarak sorunları çözme yeteneklerini geliştirmelerini gerektirir. Yani, sadece bilgiyi ezberlemek yerine, mevcut bilgiyi eleştirel bir şekilde değerlendirme, yeni bilgi üretme ve gerçek dünya sorunlarını çözme becerilerini geliştirmeleri beklenir (Hiğde ve Aktamış, 2017).

21. yüzyılda, ülkelerin küresel rekabet gücünü artırabilmeleri için bireylerin sahip olmaları gereken özellikler büyük önem taşır. Günümüzün hızla değişen dünyasında, sadece bilgiye erişmek değil, aynı zamanda bu bilgiyi etkili bir şekilde kullanabilme yeteneği de çok önemlidir. Dolayısıyla, bireylerin sadece ezberci bir öğrenme yaklaşımından uzaklaşarak, araştırma yapma, sorgulama, problem çözme, yaratıcılık, analitik düşünme ve inovasyon gibi becerileri geliştirmeleri gerekmektedir. Bu yetenekler, sadece kişisel başarıları değil, aynı zamanda bir ülkenin rekabet gücünü ve inovasyon potansiyelini de artırır. Bu nedenle, eğitim sistemlerinin bu becerilere odaklanması ve bireyleri bu yönde desteklemesi, çağın gereksinimlerine uyum sağlamak açısından kritik öneme sahiptir (Uştu, 2019). Bireylerdeki bu becerilerin geliştirilmesi için kullanılan eğitim yaklaşımının çağa uygun olması son derece önemlidir. 21. yüzyılda, geleneksel öğrenme metotlarına ek olarak, çağın gereksinimlerine daha uygun eğitim yaklaşımlarının geliştirilmesi ve uygulanması önem kazanmıştır. Bu bağlamda, STEM eğitimi (Science, Technology, Engineering, Mathematics - Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) bu çağın gereksinimlerine uygun bir eğitim yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır.

STEM eğitimi, fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) alanlarının entegrasyonundan oluşur. Her bir alanın belirli bir rolü vardır. Bu roller kapsamında fen ve matematik alanlarındaki teorik bilgiler uygulamaya dönüşmekte, mühendislik ve teknoloji alanları ise bireylerin sorunlarına farklı çözüm yolları sunmaktadır (Yamak vd., 2014). STEM eğitimine dayalı uygulamalar, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini entegre ederek bireylere farklı çözüm yolları sunar. Bu uygulamalar, öğrencilerin gerçek dünya problemlerini çözmelerine yardımcı olurken, aynı zamanda onların eleştirel düşünme, problem çözme, işbirliği ve iletişim gibi önemli becerilerini geliştirmelerini sağlar (Can ve Uluçınar Sağır, 2018). Bahsi geçen disiplinlerin uygulanması sayesinde birey, bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanarak iş birliği içerisinde günlük yaşam sorunlarına yaratıcı çözümler geliştirebilir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014).

Argümantasyon sürecinde, öğrencinin tartışmalara katılarak kendi iddialarını kanıtlarla desteklemesi ve bu süreçte bilgiyi yapılandırması hedeflenmektedir. Karşılaştığı sorunların çözümünde ise öğrenci, bireysel ya da grup çalışması kapsamında ortaya koyduğu iddiayı (çözüm önerisini) savunmak amacıyla çeşitli kanıtlar sunmak zorundadır (Gülen, 2018). Dolayısıyla bireyler, günlük yaşam problemlerine yönelik çözüm üretirken müzakere sürecine girerek iddialarını kanıtlarla destekleyebilirler.

Hem argümantasyon sürecinde hem de STEM temelli eğitimde, problemlerin çözümünde kanıtlara dayalı yaklaşım büyük bir önem taşır (Çorlu, 2013; Demircioğlu ve Uçar, 2014; Fairweather, 2008). İddiaların sağlam verilerle desteklenebilmesi için, argümantasyon sürecinde STEM disiplinlerinden faydalanılabilir (Gülen, 2016). Ayrıca argümantasyon, STEM kapsamında bulunan matematik ve fen alanlarında hedeflenen çeşitli becerilerin gelişimine katkı sağlar (Demircioğlu ve Uçar, 2014). Argümantasyon yönteminin, fen derslerinde öğrencilerin karar verme, üst düzey düşünme ve eleştirel akıl yürütme becerilerinin gelişimine; matematik derslerinde ise öğrencilerin kuramsal denklemleri ve tahminleri kavramalarına, kendi iddialarını oluşturup gerekçelendirmelerine, bu iddiaları eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirerek gelen geri bildirimler doğrultusunda revize etmelerine ve böylece matematiğe dair yeni anlamlar geliştirmelerine olumlu katkı sağladığı belirtilmektedir (Zhou ve Wu, 2010). Bunun yanı sıra, teknoloji ve mühendislik gibi STEM

bileşenlerinde de argümantasyonun kullanılmasının gerekliliği özellikle belirtilmektedir (Mathis, Siverling, Glancy, Guzey ve Moore, 2016).

Alanyazına bakıldığında argümantasyon ve STEM eğitimi yaklaşımının birlikte kullanıldığı çalışma sayısının az olması nedeniyle, bu araştırmada argümantasyon ve STEM yaklaşımlarının etkililiğini artırmak amacıyla her iki yaklaşımı bir araya getiren etkinlikler geliştirilmiş ve öğrencilere uygulanmıştır. Bu doğrultuda yapılan bu araştırmanın, alanyazında eksikliği görülen argümantasyon destekli STEM eğitime yönelik katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

### **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri” ünitesinde eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisini incelemektir.

### **1.3. Araştırmanın Önemi**

STEM eğitimi yaklaşımında birçok yol bulunmaktadır. Uygulayıcılar açısından büyük öneme sahip olan ve nitelikli yönerge imkânı veren Moore vd. (2014)’nin düzenlediği altı basamaktan (tanımlama, öğrenme, planlama, deneme, test etme, karar verme) oluşan Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)’dir.

STEM eğitimi modülü; STEM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda hazırlanan bir tasarım olup, temelinde öğrenci merkezli bir yaklaşım şeklinde tanımlanabilir. Alanyazına bakıldığında nitelikli bir STEM eğitimi modülünün; ilgi çekici ve motive edici bir konu olması (Carlson ve Sullivan, 2004), yaratıcı düşünme ve problem çözme becerisi geliştirmesi (Morrison, 2006), hatalardan öğrenmeye fırsat vermesi (Brophy, vd., 2008; Moore, vd., 2014), farklı disiplinleri bir araya getirecek etkinlikler içermesi (Moore, vd., 2014), öğrencilerin yaratıcılıklarına izin vermesi (Guzey, vd., 2016), ve yapılacak olan açıklamaları dayanaklandırmaya teşvik edici süreçler içermesi (Smyrniou, vd., 2015) gerekmektedir. Bu niteliklere sahip olan modül sürecinden geçen öğrenciler günlük hayatta farklı disiplinleri birleştirerek bilgiyi doğru kullanabilen, problem çözme becerisi kazanan, teknolojinin gelişimine katkı sağlayan bireyler olabilecekleri beklenebilir.

Alanyazına bakıldığında argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili yapılmış olan çalışmaların fazla olmadığı görülmüştür. Gülen (2016), argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin akademik performansı, yansıtıcı düşünme yetisi ve motor becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Gülen ve Yaman (2018), öğrencilerin STEM destekli argümantasyon etkinliklerini nasıl kullandıklarını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir Yıldırım ve Türk (2018), argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını, problem çözme becerilerini ve argümantasyon seviyelerinin incelediği bir çalışma yapmışlardır. Uçar (2019), argümantasyon yöntemi ile STEM entegrasyonunun sağlandığı uygulamaların, mevcut öğretim programındaki etkinliklere kıyasla öğrencilerin akademik başarılarına, astronomiye yönelik olan tutumlarına, eleştirel düşünme becerilerine ve STEM alanlarına olan kariyer ilgilerine etkisini incelemiştir. Gülseven (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, STEM odaklı argümantasyon tabanlı eğitimin, öğrencilerin Kuvvet ve Enerji konularındaki akademik başarılarına, fen bilimlerine karşı tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi incelenmiştir. Demirel'in (2021) araştırmasında, fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarıları, 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi ve öğrenci görüşleri incelenmiştir. Ekici'nin (2022) araştırmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve gerçekleştirdikleri STEM merkezli projeler kapsamında STEM merkezli argümantasyon becerilerinin tayin edilmesi amaçlanmıştır. Sarıoğlu'nun (2022) araştırmasında, bilimsel akıl yürütme stillerine dayalı olarak STEM ve argümantasyon etkinlikleriyle işlenmiş olan Astronomi dersinin 4. Sınıfta eğitim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına, akıl yürütme ve argümantasyon becerilerine etkisi ile STEM ürün ve performanslarını incelemiştir. Kavcı (2023), argümantasyon destekli STEM etkinliklerinin ilkokul öğrencilerinin STEM'e yönelik tutum, eleştirel düşünme ve temel becerileri üzerine etkisi adlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kurtuluş'un (2023) araştırmasında, argümantasyon ve otantik öğrenmeye dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma kapsamında yapılan alanyazın taramaları sonucunda, 7. sınıf “Elektrik Devreleri” ünitesine yönelik olarak argümantasyon destekli STEM yaklaşımını esas alan bir çalışmaya ulaşılamamıştır.

Argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımına dayalı olarak gerçekleştirilen bu çalışma, 7. sınıf düzeyinde ve ünite temelli olarak, öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ile akademik başarılarını artırma yönünden alanyazına katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Ayrıca, söz konusu sınıf düzeyi ve ünite kapsamında uygulama yapmak isteyen öğretmenler için de yol gösterici bir kaynak niteliği taşımaktadır.

#### **1.4. Araştırma Problemi**

Araştırmanın problemini “argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri” ünitesinde eleştirel düşünmelerine ve akademik başarılarına etkisi var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır. Bu problem doğrultusunda oluşturulan araştırmanın alt problemleri aşağıda sunulmaktadır.

##### **1.4.1. Alt problemler**

1. Deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Kontrol grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi testi son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
6. Deney grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Kontrol grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

### **1.5. Varsayımlar**

1. Araştırmada kullanılan “Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği” ve “Akademik Başarı Testi” ölçeklerinin hedeflenen durumu saptamak adına uygun ölçme araçları olduğu varsayılarak çalışma yapılmıştır.

2. Araştırmaya dahil olan öğrencilerin sorulan sorulara içtenlikle cevap verdikleri varsayılmıştır.

3. Araştırma için seçilmiş olan örneklemin evreni temsil etme yeterliliğine sahip olduğu varsayımında bulunulmuştur.

### **1.6. Sınırlılıklar**

1. Araştırma uygulaması 2022-2023 eğitim-öğretim yılında Murat Kız Yatılı Bölge Ortaokulu 7. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.

2. Araştırmanın diğer bir sınırlılığı ise ölçme araçları, eleştirel düşünme eğilimi ölçeği ve akademik başarı testi ile sınırlıdır.

3. Araştırma, 16 ders saati ile sınırlıdır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. STEM Eğitimi Yaklaşımı

STEM eğitimi yaklaşımı; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin beraber kullanıldığı, gündelik hayat problemlerine çözüm üretmek adına, süreç içerisinde öğretmenin rehber konumda öğrencinin aktif konumda olduğu mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı bir eğitim tasarımı olarak ifade edilmektedir (Elmas, 2022). Alanyazında STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili farklı tanımlar yer almaktadır (Baran, vd., 2016; Sander, 2009; Wang, 2011). Sanders (2009), STEM eğitimi yaklaşımını, STEM disiplinlerini öğretmek için günlük hayat problemleri ile öğretimi bütünleştiren bir eğitim yaklaşımı olarak ifade eder. Merrill (2009), STEM eğitimi yaklaşımını disiplinlerin birbirinden bağımsız olmadığını, standartlara dayalı disiplinleri birleştiren bir yaklaşım olarak tanımlar. Baran ve arkadaşları (2016), STEM eğitimini bilim, teknoloji, matematik, mühendislik ve bu disiplinlere ait bilgi ve becerileri birleştiren disiplinler arası bir öğretim yöntemi olarak ifade edilmiştir. Wang ve arkadaşları (2011) STEM ile ilgili olarak dört disiplin arasında herhangi bir engel olmayan, disiplinler arası bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Yukarıda yapılan tanımlamalar dikkate alındığında STEM eğitimi yaklaşımı için disiplinleri bütünleştiren öğretim yaklaşımı şeklinde ifade edildiği görülmektedir.

Akarsu ve arkadaşları (2020), çalışmaları sonucunda STEM eğitimi yaklaşımı kavramı ile ilgili yeni bir tanım geliştirmişlerdir. STEM eğitimi yaklaşımı; gerçek yaşam problemlerini çözmek için fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonunu sağlayan; ilgi çekici ve motivasyon sağlayıcı deneyimlerle gerçek hayat sorunlarına odaklanan, sadece sonuçlara değil aynı zamanda süreçlere ve becerilere de odaklanan bir eğitim yaklaşımı olarak görülmektedir.

STEM eğitimi yaklaşımlarının ortak noktaları, nitelikli bir STEM eğitiminin sahip olması gereken özellikleri gösterir. Moore ve arkadaşlarına (2016) göre, nitelikli bir STEM eğitimi altı temel özelliğe sahip olmalıdır. Bunlar:

- Öğrencileri anlamlı öğrenmeye katılım sağlamak ve kişisel olarak içerikle ilişki kurmalarına izin vermek için ilgi çekici ve motive edici bir bağlam sunmalıdır.

- Öğrencilerin problem çözme yeteneklerini, yaratıcılıklarını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için zorlayıcı mühendislik tasarım görevleri içermelidir.
- Hatalardan öğrenme ve öğrendiklerini temel alarak, öğrencilere yeniden tasarlama imkânı sunmalıdır.
- STEM eğitimi süreci, standartlara dayalı öğrenme hedeflerini içermelidir. Bu, hedef yaş grubuna uygun fen ve matematik derslerine ait öğrenme kazanımlarına dayanmalıdır ki harcanan zaman ve öğrenme zorluklarına değer katılsın ve öğrenme anlam kazansın. Ayrıca, gerçek dünya problemleri genellikle STEM disiplinlerinin sınırlarını aşar, bu yüzden bağlam uygunsa edebiyat, sosyal bilimler gibi diğer disiplinler de entegre edilebilir olmalıdır.
- Öğrenci merkezli öğretim esas alınmalıdır. İçeriğin derinlemesine öğrenilmesine olanak tanımak için içerik, öğrenci odaklı bir yaklaşımla öğretilmelidir. Öğrencilerin kavramsal anlayışlarını derinleştirmek için içerikle etkileşime girme ve çalışma fırsatları sağlanmalıdır.
- 21. Yüzyıl becerileri arasında yer alan grup çalışması ve iletişim becerilerini desteklemek ve geliştirmek için tasarlanmalıdır.

Yukarıda belirtilenlerden ayrı olarak alan yazında belirtilen başka özellikler de bulunmaktadır.

- STEM eğitiminde, ürün yerine süreç ve becerilere odaklanmak önemlidir. Süreç, sonuç kadar değerlidir veya hatta daha önemlidir (Akarsu, vd. 2020). Tüm hedef kazanımlar ve beceriler, öğrencinin süreç içinde kazandığıdır.
- STEM eğitimi, Mühendislik Tasarım Süreci çerçevesine dayanmalıdır. STEM eğitim yaklaşımının kökeni Amerika'da olduğu için, yaygın olarak kullanılan teorik çerçeve Mühendislik Tasarım Süreci'dir (Atman, vd. 2007).
- Kanıta dayalı akıl yürütme süreçleri, STEM eğitiminde önemli bir yer tutmalıdır.

STEM eğitimi yaklaşımında, öğrencilerin karar verme süreçlerinde bireysel ve grup hipotezlerini kanıta dayalı bir şekilde savunmaları önemlidir. Bu, en iyi çözüme ulaşmak için gereklidir (Smyrniou vd., 2015).

- Öğrenme süreci ayrıntılı bir şekilde planlanmalıdır. STEM eğitiminde kazanımların öğretilmesi için sürecin detaylı bir şekilde planlanması gerekmektedir (Elmas ve Adıgüzel, 2022)
- Çözüm sürecinde çeşitliliğe izin verilir. Gerçek yaşam problemi, farklı tasarımlara veya çözümlere izin verecek şekilde planlanmalıdır (Guzey, vd., 2016)
- Doğası gereği, STEM eğitimi disiplinler arası olmalıdır. Gerçek hayat problemleri genellikle tek bir disiplinle çözülemediği için (Akgündüz, vd. 2015), problemlerin çözümünde disiplinleri bütünleştirerek çözüme ulaşılmalıdır (Moore, vd., 2014).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bütünleştirerek problemlere çözüm bulmak, problemlerin kalıcı olarak çözülmesini sağlayabilir (NAE, 2009).

### **2.2.1. STEM Eğitiminde Mühendislik Tasarım Süreci**

Mühendislik, insanların gereksinimlerini karşılamak için matematik ve fen alanlarıyla entegre edilerek, insanlar için yararlı ürünler geliştirmeye odaklanan bir faaliyet olarak ifade edilir (Altaş, 2018). Son dönemlerde STEM eğitimi yaklaşımının artan önemiyle birlikte, mühendislik ve mühendislik eğitimi de giderek daha fazla değer kazanmıştır. Mühendislik eğitimi, öğrencilere mühendislik mesleği icra eder gibi beceriler kazandırmayı amaçlar. Bu eğitimin hedefi, öğrencilerin karşılaştıkları problemlere yönelik analitik ve pratik çözümler üretmelerini sağlamak, tasarım yeteneklerini geliştirip, mevcut malzeme ve sistemleri kullanarak tasarım sorunlarını en etkin şekilde çözmektir (Akgül, vd., 2013). Bu dönemde STEM eğitim yaklaşımının öneminin artmasıyla birlikte, fen bilimleri öğretim programında da STEM eğitime, mühendislik ve tasarım becerilerine vurgu yapıldığı gözlemlenmektedir. Fen bilimleri öğretim programında, “Mühendislik ve Tasarım Becerileri” başlığı altında yapılan açıklama şu şekildedir:

*“Bu alan, fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve*

becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejileri geliştirmesini kapsamaktadır” (MEB, 2018).

STEM eğitimi konusunda Mühendislik Tasarım Süreci’nin (MTS) kullanıldığı (Aktaş, 2019; Altaş, 2018; Bozan, 2018) gibi MTS kullanılmayan (Can ve Uluçınar-Sağır, 2018; Ertuğrul-Akyol, 2020; Karcı, 2018; 2018) çalışmalar da mevcuttur. Alanyazında mühendislik tasarım süreci basamaklarına yönelik çeşitli sınıflandırmalar mevcuttur. Bu sınıflandırmalar Tablo 2.1’de yer almaktadır.

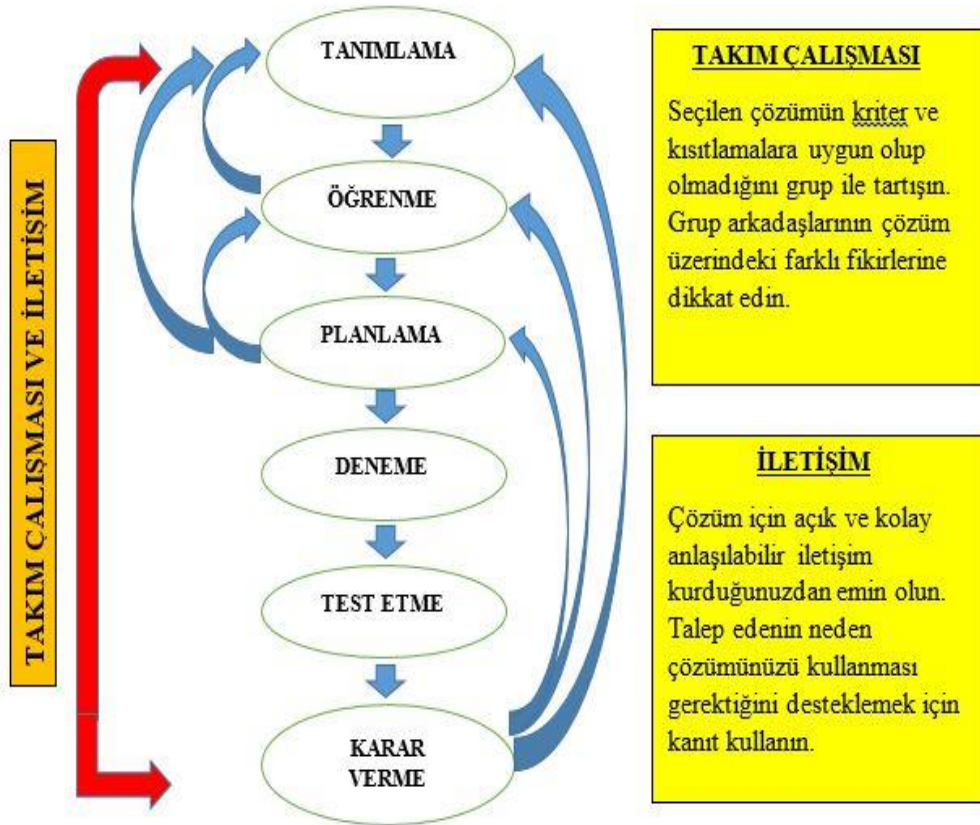
**Tablo 2.1.** Farklı Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları

| <b>Mühendislik Tasarım Süreci Basamakları</b> |                                                     |                                                     |                                                                    |                                                     |                                           |                         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Wendell ve Rogers (2013)</b>               | <b>Hynes vd. (2011)</b>                             | <b>Brunsell (2012)</b>                              | <b>Tayal (2013)</b>                                                | <b>Mangold ve Robinson (2013)</b>                   | <b>NRC (2009)</b>                         | <b>Moore vd. (2013)</b> |
| Problemin belirlenmesi                        | Problemin tanımlanması                              | Problemin tanımlanması                              | Problemin tanımlanması                                             | Problemin tanımlanması                              | Problemin tanımlanması                    | Tanımlama               |
| Olası çözümlerin araştırılması                | Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi          | Probleme yönelik muhtemel çözümlerin geliştirilmesi | Araştırma yapılması                                                | Araştırmanın yapılması                              | Probleme yönelik araştırma yapılması      | Öğrenme                 |
| En uygun çözümün seçilmesi                    | Olası çözümlerin geliştirilmesi                     | Olası çözümlerin analiz edilmesi                    | İhtiyaçların belirlenmesi                                          | Beyin fırtınası yapılarak çözümlerin geliştirilmesi | Çözüme dönük beyin fırtınası yapılması    | Plan                    |
| Prototipin yapılması                          | En iyi çözümün seçilmesi                            | Çözümlerin optimize edilmesi                        | Alternatif çözümler geliştirilmesi                                 | Çözümlerin analiz edilmesi, değerlendirilmesi       | En iyi çözümün seçilmesi                  | Deneme                  |
| Prototipin test edilmesi                      | Prototipin oluşturulması                            | Sunma ve paylaşma                                   | En iyi çözümün seçilmesi                                           | En iyi çözümün seçilmesi                            | Modelin yapılması                         | Test etme               |
|                                               | Çözümü test etme ve değerlendirme                   |                                                     | Geliştirme çalışması yapılması                                     | Prototipin oluşturulması                            | Prototipi test etme ve değerlendirme      | Karar verme             |
|                                               | Çözümün sunulması<br>Yeniden test etme/ revize etme |                                                     | Prototipin yapılması<br>Test edilmesi ve yeniden tasarım yapılması | Prototipin test edilmesi<br>Yeniden tasarlama       | Çözümlerin sunulması<br>Yeniden tasarlama |                         |

|  |                         |  |  |  |  |  |
|--|-------------------------|--|--|--|--|--|
|  | Kararın<br>tamamlanması |  |  |  |  |  |
|--|-------------------------|--|--|--|--|--|

Tablo 2.1'e göre, farklı mühendislik tasarım süreçlerinde genel olarak şu adımlar izlenmiştir. İlk olarak problemin tanımlanması gelir, ardından çözüm için araştırma yapılır, daha sonra çözüm önerileri incelenir, en iyi çözüm seçilir, prototip oluşturulur, prototip test edilir, prototip yeniden tasarlanır ve son olarak prototip sunulur.

Bu çalışmada, Moore ve arkadaşlarının (2013), geliştirmiş oldukları mühendislik tasarım süreci basamakları kullanılmıştır. MTS, altı basamaktan oluşmaktadır. Bu basamaklar; tanımlama, öğrenme, plan, deneme, test etme ve karar vermedir. Bu tasarım sürecine Şekil 2.1'de yer verilmektedir.



**Şekil 2.1.** Mühendislik Tasarım Süreci (Moore, vd. 2013; akt. Akkuş Çiftçi, 2021)

## **Tanımlama**

Mühendislik tasarım sürecindeki ilk adım, problemin tanımlanmasıdır. Bu evrede, gerçek hayattan alınan senaryo durumu okunur ve bu senaryoya bağlı olarak problem tanımlanır. Senaryolar oluşturulurken istenilenler açık ve net bir şekilde ifade edilmeli ve kriterler ile kısıtlamalara dikkat edilmelidir. Bu aşamada, öğrencilerin problemi doğru bir şekilde tanımlaması son derece kritiktir. Aksi takdirde, iyi tanımlanmamış problemlerle uğraşmak, beklenen çözümleri elde etmeyi zorlaştırabilir (Brunsell, 2012; Mangold ve Robinson, 2013). Problemi belirleyen öğrenci, grup arkadaşlarıyla fikir alışverişinde bulunarak bir sonuca ulaşır. Öğretmen, bu aşamada ve diğer adımlarda olduğu gibi problem durumunu öğrencilere sorgular. Bu, öğrencilerin motive olmasının yanı sıra problem durumunu unutmamalarını sağlar. Bu aşamada son olarak, her bir öğrenci tasarımla ilgili merak ettikleri veya öğrenmek istedikleri bilgileri öğretmene 3 ila 5 arasında soru sorarak iletebilir. Öğretmen, her sorudan sonra tasarımla ilgili olup olmadığına bağlı olarak geri bildirimler sağlar. Örneğin, tasarımın oluşturulmasına yönelik bir soruya "harika, çok iyi" yanıtını verirken, tasarımla alakasız bir soruya "bunu düşünerek tasarımınızı nasıl geliştirebilirsiniz?" şeklinde geri bildirimlerde bulunarak öğrencilerin düşünmelerini teşvik eder.

## **Öğrenme**

Mühendislik tasarım sürecinin ikinci adımı olan öğrenme evresi, bireylerin tasarımlarını oluşturmak için gerekli olan ön öğrenmeyi sağladığı evredir. Öğrencinin tasarım sürecinde işine yarayacak bilgileri edinmesi bu noktada kritiktir. Bu sebeple öğretmenin, öğrencilerin öğrenmelerine yönelik bilgileri çok iyi planlaması gerekmektedir. Bilgiler, öğretmen tarafından doğrudan verilmez; sadece öğrencilerin ulaşması gereken karmaşık bilgi durumlarında verilebilir. Öğrenciler, bilgi edinmelerini grup arkadaşlarıyla tartışarak, uygulayarak ve deneyimleyerek gerçekleştirirler. Bu öğrenmelerde öğrenciler fen, matematik, mühendislik ve teknoloji disiplinlerini kullanır (Akkuş Çiftçi, 2021).

## **Planlama-Deneme**

Öğrenciler, planlama evresinde, problemin çözümüne odaklanarak bireysel tasarım planlarını çizerler ve bununla birlikte bu tasarımı destekleyecek düşüncelerini ifade ederler. Bu aşamada, beyin fırtınası gibi süreçleri kullanarak birden fazla çözüm yolunu geliştirmek önemlidir (Moore vd., 2014). Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla birlikte ortak bir tasarım planı belirlerler. Bu kararı verirken, grup üyelerinin beyin fırtınası yapması ve tartışması önemlidir. Ayrıca öğretmen, bu aşamada her gruptaki plan çizimlerini değerlendirerek, planın amacını ve niçin bu planı oluşturduklarını öğrencilere sorgular. Karar verilen tasarım planı grup üyeleri tarafından test edilir. Bu aşama, aslında tasarımı test etme ve karar verme aşamasıyla karıştırılabilir. Fakat bu aşamada tasarımı test etme ve karar verme söz konusu değildir. Bu evrede, planın avantaj ve dezavantajlarını görmek ve uygun bir ürün oluşturma çabası vardır. Bu aşamada, öğrenciler, takımlarıyla birlikte karar verdikleri planı, belirlenen kriter ve kısıtlamalar doğrultusunda test etmek için bir prototip geliştirirler (Moore vd., 2014).

## **Test Etme-Karar Verme**

Tasarım sürecinde test etme ve karar verme aşamasında, öğrenciler ürünü veya çözümü değerlendirmek için veri toplama ve analiz yöntemlerini kullanarak güçlü ve zayıf yönlerini belirlerler. Bu bilgiler üzerinden ürünü veya çözümü iyileştirmek için adımlar atarlar. Bu süreç, öğrencilerin ürün veya çözüm hakkında veri toplama ve analiz etme becerilerini kullanarak geliştirmelerine dayanır (Moore vd., 2014). Bu aşamada, öğrenciler tasarım fikrini belirledikleri planlama ve deneme aşamalarında test ederler. Tasarımın test edilmesi sırasında, tasarımla ilgili elde ettikleri bilgileri, grafikleri ve çizimleri mühendislik not defterlerine kaydederler. Test etme aşamasında, problem durumuyla birlikte kriter ve kısıtlamaları dikkate alarak, tasarımın problemi çözüp çözmediğine bakılır. Eğer problemi çözebiliyorsa, tasarım karar verme aşamasına geçilir. Ancak, tasarım problemi çözemiyorsa, tasarımı yeniden tasarlama sürecine başlanır. Tasarımı tekrar tasarlama aşaması, problemin çözümünün gözden geçirildiği ve kriterler ile kısıtlamaların göz önünde bulundurulduğu bir süreçtir. Karar verilen tasarımda elde edilen sonuçların güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilerek geliştirilir. En son olarak, tasarım ile ilgili sunum yapma aşamasına geçilir. Sunumda, her grup tarafından ortak bir poster hazırlanır ve içeriği tasarımın çizimi, yapılanlar,

elde edilen sonuçlar ve kullanılan malzemeleri içerir (Moore vd., 2014). Öğrencilerin hazırladığı posterler sınıf içinde sunularak süreç tamamlanır.

### **2.2.2. Neden STEM eğitimi**

Bir ülkenin en kıymetli varlığı, nitelikli işgücüdür. Ülkemiz enerji açısından dışa bağımlı bir konumda bulunmakta ve bu durum, ülke olarak iç politikalarımızı etkileyerek alınabilecek kararları sınırlamaktadır. Bireylerin yetkin bir şekilde eğitilmesi, ülkemizin güçlenmesi açısından son derece kritik bir role sahiptir. 21. yüzyılda ülkelerin ekonomik büyümesi, bireylerin yaşam standartlarının yükseltilmesi ve yeni endüstri dallarının gelişimi ile birlikte gençlerin istihdam edilmesi, eğitimdeki ilerlemelere bağlıdır (Karataş, 2017; Yıldırım, 2018).

Fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik derslerinin bütünleşmiş bir şekilde sunulduğu STEM eğitimi, birçok ülkenin eğitim programlarında yer almasının temel nedeni olarak ekonomik faktörleri içermektedir (Roberts, 2012). Bilim ve teknolojiye ilişkin ilerlemeler, toplumsal yapıyı, ulusal ekonomiyi ve eğitim sistemini etkilemektedir. Hem 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek hem de uluslararası sınavlarda üst sıralarda yer almak için, endüstriyel ve ekonomik açıdan rekabetçi bir konum elde etmek önemlidir. Bu hedeflere ulaşmada etkili bir değişiklik ise STEM disiplinlerini entegre eden STEM eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz, 2018). Bu sebeple, yenilikçi yeteneklere sahip mühendislerin yetiştirilmesi, tüm ülkelerde eğitim reformlarının ortak amacı haline gelmiştir (Ercan, 2014). Bu hedeflere ulaşabilen toplumlarda, STEM disiplinleri arasındaki ilişkilerin giderek güçlendiğini, iş alanlarına etki ettiğini ve günlük işle ilgili sorunları çözmek için yeni bir okuryazarlık gereksinimi ortaya çıktığını söylemek mümkündür (Asunda, 2012).

STEM eğitimi, yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve iş dünyasının nitelikli işgücü ihtiyacının karşılanmasında kilit bir role sahiptir (Bybee, 2013). Bu sebepten dolayı, STEM eğitimi tüm dünya ülkeleri için kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir (MEB, 2016). STEM eğitiminin gerekliliğini belirleyen faktörler arasında 21. yüzyıl becerileri ve PISA ile TIMSS değerlendirme sınavları önemli bir yer tutar. Bununla birlikte, ekonomik ve teknolojik değişimler, günlük yaşamla entegrasyonu, sanayi ile okul arasında bağlantı kurmayı, mesleki eğitimi ve STEM disiplinlerine olan ilginin

artırılmasını da içerir. Bu sebepler, STEM'in faydaları arasında sayılabilir (Yıldırım, 2018).

### **2.2.3. STEM eğitiminin etkililiği**

STEM eğitimi, öğrencilerin okullarda edindikleri bilgileri günlük yaşamlarıyla bağdaştırmalarını sağlar. Müfredat değişiklikleriyle, öğrenilen teorik bilgilerin öğrencilerin günlük hayatta problem çözme yeteneklerini geliştirmesi amaçlanır. Bu sağlandığında, uluslararası sınavlardaki başarı oranlarının, örneğin PISA ve TIMSS gibi, artması beklenir (Yıldırım, 2018). Küçük yaşlardan itibaren, çocuklar çevrelerini tanımak için sorular sorarak keşfederler. Bilim ve mühendislik uygulamalarının erken yaşlardan itibaren öğretilmesi, çocukların daha derin sorular sormalarını ve karşılaştıkları zorlukları daha iyi tanımlayabilmelerini sağlayacaktır (Bybee, 2011). STEM eğitimi ülkemizde, öğrencilerin fiziksel, zihinsel ve kültürel açıdan gelişimini destekleyerek eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme becerilerini güçlendiriyor (Çorlu ve Aydın, 2016; Roberts, 2012).

STEM eğitimi, fen ve matematik alanlarındaki ilgiyi yeniden canlandırmak için okullarda ve okul dışı etkinliklerde yaygınlaştırılmalıdır. Bu eğitim, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini ve bilime olan tutumlarını olumlu yönde geliştirmeye yardımcı olmaktadır (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). STEM eğitimi, 21. yüzyıl becerilerine odaklanarak araştırma, tasarım, problem çözme, takım çalışması ve üretme gibi becerileri geliştirmelidir. Ayrıca, öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini artıracak faaliyetler de STEM eğitim etkinliklerinin bir parçası olmalıdır (Baran, vd., 2015). STEM eğitiminin amaçları arasında, öğrencilerin ilgi ve enerjilerini toplum için yararlı olabilecek alanlara yönlendirmek, onları öğrenmeye teşvik edecek problemlerle karşılaştırmak ve farklı ortamlarda bulunabilmelerine fırsatlar sağlamak bulunmaktadır (Wang, 2012).

### **2.2.4. STEM okuryazarlığı**

Toplumların ve ülkelerin her alanda gelişmesine katkı sağlayan, bilimsel kavramları, olayları ve süreçleri anlayabilen, eleştirel düşünme yeteneğine sahip, mantıklı ve bilimsel kararlar verebilen bireyler bilim okuryazarı olarak tanımlanır. Bilim okuryazarı bireyler genellikle toplumun örnek aldığı kişiler olarak kabul edilir (MEB, 2013). STEM okuryazarlığı, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik

disiplinlerini sadece ezberlemek değil, yeni şeyler öğrenirken veya tasarlarırken bilimsel yöntemi ve mühendislik tasarım sürecini kullanabilme yeteneğini ifade eder. Ayrıca, edinilen yeni bilgileri günlük yaşamda uygulayabilme kabiliyetini içerir (Stephan, Pugalee, Cline ve Cline, 2018).

STEM okuryazarlığını açıklamak için UNESCO'nun (Stephan vd., 2018) belirlediği dört unsura dayanmak gerekmektedir. Bu unsurlar şunlardır:

1. Bilmeyi öğrenme
2. Yapmayı öğrenme
3. Birlikte yaşamayı öğrenme
4. Olmayı öğrenme şeklinde sıralanabilir.

Bilmeyi öğrenme kavramı, STEM alanlarında okuryazarlığı geliştirmenin temelidir. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlar hakkında bilgi edinme süreçlerini anlamak ve geliştirmek, STEM okuryazarlığını destekler. Fen okuryazarlığı, çevresel olayları anlama, gözlem yapma, veri toplama ve analiz etme, hipotezler kurma ve test etme gibi bilimsel yöntemleri kullanma becerisini içerir. Bu yetenekler, bir bireyin çevresindeki doğal ve fiziksel dünyayı anlama kabiliyetini artırır. Fen okuryazarlığı aynı zamanda bilimsel kanıtlara dayalı olarak bilinçli kararlar alabilme becerisini de içerir. Teknoloji okuryazarı olmak, teknolojik sistemleri anlama, kullanma, yönetme ve değerlendirme yeteneğine sahip olmayı içerir. Mühendislik okuryazarlığı, mühendislik tasarım sürecine hakim olma yeteneğini içerir ve bu süreçte yeni çözümler geliştirebilme becerisini ifade eder. Bu okuryazarlık, mühendislik disiplinindeki temel kavramları, prensipleri ve yöntemleri anlama yeteneğini içerir. Aynı zamanda, sorunları tanımlama, analiz etme, tasarım yapma, uygulama ve değerlendirme gibi mühendislik süreçlerini etkili bir şekilde yönetme yeteneğini de kapsar. Mühendislik okuryazarlığı, karmaşık problemleri çözme ve yenilikçi çözümler üretme becerisini geliştirir. Matematik okuryazarlığı, sayılarla, uzayla ilgili kavramlarla ve olasılık hesaplamalarıyla etkileşimde bulunma yeteneğini ifade eder. Bu yetenek, problemleri analiz etme, sentezleme ve mantıklı sonuçlara ulaşma süreçlerini içerir. Matematik okuryazarlığı, bilimsel süreçlerin bir parçası olarak problem çözme yeteneğini geliştirir ve karmaşık problemleri çözmek için çeşitli matematiksel yöntemlerin kullanılmasını sağlar. Bu, öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirir ve günlük hayatta karşılaştıkları durumları analiz etme

ve çözüme yeteneklerini artırır. Bu kapsamlı okuryazarlık, öğrencilerin bu dört disiplini birbirleriyle ilişkilendirerek anlamalarını ve uygulamalarını sağlar. Bu dört unsur, STEM okuryazarlığının köşe taşlarını oluşturur (Stephan vd., 2018).

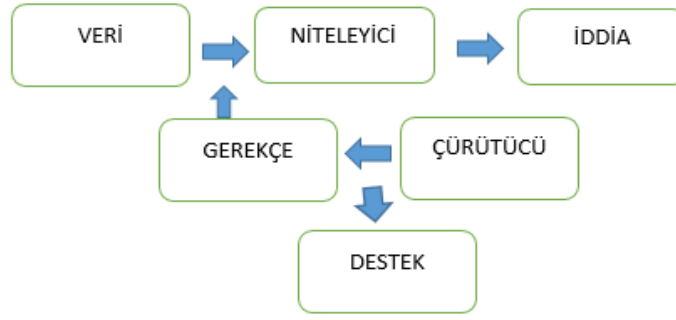
#### **2.2.5. Argümantasyon ve Argümantasyon Tabanlı Öğrenme**

Argüman, bir kişinin ikna etmek için kullandığı desteklenmiş iddiaları ifade eder. Bu iddialar, doğru bir sonuca ulaşmak için sunulan kanıtlarla desteklenir veya çürütülür (Rieke ve Sillar, 1984; Walton, 2006). Argümantasyon, bireylerin argümanları oluşturması, bu argümanların ilişkilendirilmesi ve verilerin anlam bütünlüğü içinde ispatlanma sürecidir (Yerrick, 2000). Aktamış ve Hiğde (2017), argümantasyonu, ileri sürülen düşüncelerin desteklendiği, zıt fikirlerin ikna edilmesi için iddiaların sunulduğu bir süreç olarak tanımlamaktadır. Amgoud ve Ben-Naim (2018) tarafından belirtildiğine göre, argümantasyon, insanların bir araya gelerek iddiaları desteklemeye çalıştığı bir süreçtir. Argümantasyon tabanlı öğrenme yöntemi ise, bireylerin bilgiyi sorgulayarak, gözlem yaparak, deneyler gerçekleştirerek, iddia ve kanıt oluşturarak, araştırma ve sorgulama yoluyla yapılandığı bir öğrenme sürecidir.

Argümantasyon, fen öğretimi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir. Çünkü bilimsel düşünme ve sorgulama süreçlerinin önemli bir parçasını oluşturur. Argümantasyon, öğrencilere fen konularını anlama, sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Sonuç olarak, argümantasyon tabanlı öğrenme, fen öğretiminde etkili bir stratejidir ve öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olabilir.

#### **2.2.6. Argümantasyon Modeli**

Toulmin'in argümantasyon modeli, günlük yaşamımızda ve bilimde akıl yürütmenin ayrılmaz bir parçası olan argümantasyonun temel yapılarını açıklar. Bu model, argümantasyonun hangi durumlarda ortaya çıktığını tanımlar ve bu durumlar arasındaki bağlantıyı açıklar (Toulmin, 1958). Toulmin'e göre argümantasyon modeli üç temel, üç de yardımcı öge olmak üzere altı ögeden oluşmaktadır. Temel ögeler iddia, veri ve gerekçe; yardımcı ögeler ise destek, niteleyici ve çürütücüdür (Toulmin vd., 1984). Şekil 2.2'de Toulmin (1958) modeline yer verilmiştir



**Şekil 2.2.** Toulmin Modeli (Toulmin, 1958)

Toulmin (1958), argümantasyonun öğelerini aşağıdaki gibi ifade etmektedir (akt., Driver vd., 2000; Simon vd., 2006):

**Veri:** Bir iddiayı destekleyen gerçekler veya olgular olarak tanımlanır. Bu veriler, bir argümanı desteklemek veya güçlendirmek için sunulan kanıtları temsil eder.

**İddia:** Elde edilen kanıtlarla desteklenen bireyin bir durum hakkındaki düşünceleridir.

**Gerekçe:** Elde edilen kanıtların iddia ile ilişkilendirilerek, iddianın doğruluğunun belirlenmesi ve bu ilişkinin açıklanmasıdır.

**Destek:** Bu nedenler, destekleyici gerekçelerin kabul edilmediği durumlarda ortaya çıkan ve destekleyici gerekçelerin güçlendirilmesine yardımcı olan fikirlerdir.

**Niteleyici:** İleri sürülen iddianın hangi koşullarda geçerli olabileceğini belirleyen, yani iddianın sınırlarını çizen fikirlerdir.

**Çürütücü:** İfade edilen iddiaları geçersiz ve zayıf kılan ifadelerdir.

### 2.2.7. Fen Eğitimi ve Argümantasyon

Bireyler, eğitim-öğretim süreci ve günlük yaşamlarında çeşitli zorluklarla karşılaşır ve bu zorlukların üstesinden gelmek için çeşitli düşünme yetenekleri geliştirirler. Bu zorlukların çözümünde, fen bilimlerine ait bilimsel bilgi, bilimsel süreç becerileri ve yaşam becerileri kullanılarak çözümleme hedeflenir (MEB, 2018). Bireylerin düşünme kabiliyetlerini geliştirmek ve onlara demokratik karar alma ve iş

yapma yeteneklerini kazandırmak, eğitim sistemimizin ve eğitimcilerimizin öncelikli hedeflerinden birini oluşturur.

Öğrenme ve öğretme yöntemleri açısından, programımızda kapsamlı bir yaklaşım benimsenmiştir (MEB, 2018). Çok yönlü düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen epistemolojik bütünlük; öğrencinin düşünme biçimi, bilgiye ulaşma yöntemleri ve öğrenme süreçleriyle ilgilenir. Bu bağlamda, öğrencinin merak duygusunu geliştirmesi, eleştirel ve analitik düşünmesi, esnek olması, iş birliğine açık davranması ve problem çözme becerilerini ilerletmesi büyük önem taşımaktadır (MEB, 2024). Hedeflenen eğitim modeli, öğrencilerin günlük yaşamlarıyla uyumlu olmasını amaçlar. Bireylerin gerçek hayata dair ilgi ve merakları, öğrenme hedeflerinin temelini oluşturur (Kesidou ve Roseman, 2002).

Bilginin anlamlı ve kalıcı olarak öğrenciler tarafından öğrenilmesi için öğrenmenin gerçekleşeceği yerlerin araştırma-sorgulamayı esas alarak düzenlenmesi ve bu etkinliklerin akranlarla beraber gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu şekilde, öğretim programında argümantasyon oluşturma sürecinin fen eğitimindeki önemine açıkça vurgu yapılmıştır (MEB, 2018). Fen eğitiminin ana amacı, sorgulayıcı ve düşünebilen, bilimsel bilgiyi sadece kabul etmek yerine onu araştıran bireylerin yetiştirilmesidir. Argümantasyon temelli bilim öğrenme, bu hedefleri kapsayan ve öngörülen becerilerin günlük yaşama aktarılmasına olanak tanıyan bir yaklaşım olarak nitelendirilebilir (Aktamış ve Atmaca, 2016). Argümantasyonun fen eğitimine sağladığı faydalar (Jimenez-Aleixandre ve Erduran, 2007) aşağıdaki gibi ifade edilmiştir;

1. Argümantasyon, fen eğitiminde bilişsel ve meta-bilişsel yeteneklerin gelişimine katkı sağlar.
2. İnsanlar arasındaki iletişimin artmasına ve bireylerin eleştirel düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlar.
3. Argümantasyon, bilimsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunur.
4. Bireylerin fen okuryazarı olmaları için gerekli olan becerilerin kazandırılmasına yardımcı olur.

5. Epistemolojik inançların gelişimine katkı sağlayarak bireylere fen kültürünü kazandırır.

Argümantasyon, fen öğretimi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir çünkü bilimsel düşünme ve sorgulama süreçlerinin önemli bir parçasını oluşturur. Argümantasyon, öğrencilere fen konularını anlama, sorgulama ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirme fırsatı sunar. Sonuç olarak, argümantasyon tabanlı öğrenme, fen öğretiminde etkili bir stratejidir ve öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerini geliştirmelerine katkı sağlar. Zohar ve Nemet'e (2002) göre, fen bilimleri dersinde argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımının kullanılması, öğrencilerin bilimsel bir dil kullanmasına katkı sağlar ve fen bilimleri dersi konularında önemli bir yer işgal etmelidir.

#### **2.2.8. 21. Yüzyıl Becerileri**

21. yüzyıl, çağımızın dijital ve teknolojik ilerlemelerinin hakim olduğu bir dönemdir. Bu dönemde, bireylerin dijital ve teknolojik becerilere sahip olması giderek daha önemli hale gelmektedir. “Dijital Çağ” veya “Teknoloji Çağı” olarak adlandırılan bu dönemde, bilim ve teknolojiye hızlı değişimler ve ilerlemeler, bireylerden yeni ve farklı beceriler geliştirmelerini beklemektedir. Bu beceriler, bilgi teknolojileri, dijital okuryazarlık, problem çözme, iletişim ve işbirliği gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Dolayısıyla, eğitim sistemleri ve öğretim yaklaşımları, bireyleri bu çağın gereksinimlerine uygun olarak yetiştirmek için sürekli olarak evrilme eğilimindedir. Bu, bireylerin hem kişisel hem de profesyonel olarak başarılı olmalarını sağlamak için önemli bir hedeftir (Akgündüz vd., 2015). Bu beceriler, sadece belirli bir yetenek veya bilgiyi değil, aynı zamanda anlama ve performansı da içerir. 21. yüzyıl becerileri, bilginin ve yeteneklerin birleştiği bir kavramdır (Dede, 2009). Bu becerilere sahip bireyler, hayatlarını daha nitelikli ve üretken bir şekilde sürdürme eğilimindedirler (Anagün vd., 2016).

21. yüzyıl becerileri literatürde çeşitli sınıflandırmalarla ele alınmaktadır. Bu sınıflandırmalardan biri P21 (Partnership for 21st Century Learning) çerçevesidir. P21 çerçevesi, Amerika Birleşik Devletleri'nde çeşitli kurumlar ve eyaletler tarafından desteklenen bir program ve öğretim uygulaması olarak kabul edilir. Diğer sınıflandırmalar arasında enGauge, ATC21S, OECD, Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)

ve Dünya Ekonomik Forumu tarafından yapılanlar bulunmaktadır. Bu sınıflandırmalar, 21. yüzyıl becerilerini tanımlamak, ölçmek ve öğretim süreçlerine entegre etmek için çeşitli yaklaşımlar ve perspektifler sunar (Gelen, 2017).

EnGauge, Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı tarafından geliştirilen, öğrencinin öğrenme süreci ve teknolojinin etkili kullanımı için sistematik faktörleri tanımlayan bir web tabanlı çerçevedir. Bu çerçeve, öğrenme sürecinin ve teknolojinin entegrasyonunun etkili olmasını sağlamak amacıyla öğretmenlere ve eğitim uzmanlarına rehberlik etmek için tasarlanmıştır (Lemke, 2002). ATC21S (Assessment and Teaching of 21st Century Skills), 21. yüzyıl becerilerini ölçme ve öğretme amaçlı bir inisiyatiftir. Bu program, öğrencilerin günümüzün karmaşık ve değişen dünyasında başarılı olmaları için gerekli olan becerileri değerlendirmek ve geliştirmek için tasarlanmıştır (Öztermiyeci, 2019). OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü), ekonomik kalkınma ve işbirliği alanında faaliyet gösteren bir kuruluştur. Dünya Ekonomi Forumu ise İsviçre'nin Cenevre kentinde merkezi bulunan uluslararası bir vakıftır.

P21 çerçevesine göre, bu beceriler temel dersler ve 21. yüzyıl temaları, öğrenme ve yenilenme becerileri, yaşam ve kariyer becerileri olarak gruplandırılmıştır. EnGauge' a göre, bu beceriler dijital çağ okuryazarlığı, yaratıcı düşünme, etkili iletişim ve yüksek üretkenlik olarak sınıflandırılmıştır. ATC21S' ye göre ise, düşünme yolları, çalışma yolları, çalışma araçları, dünyada yaşam, öğrenme yolları, öğretme yolları şeklinde gruplanmıştır. OECD' ye göre, bu beceriler araçların interaktif kullanımı, heterojen gruplarla etkileşim ve özerk davranma olarak sınıflandırılmıştır. MEB' e göre, düşünme yolları, çalışma yolları, çalışma araçları ve dünyaya entegrasyon şeklinde kategorize edilmiştir. Dünya Ekonomi Forumu' na göre ise, temel okuryazarlık, yeterlilikler ve karakter özellikleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar incelendiğinde, ortak beceriler arasında okuryazarlık becerisi kazanma, yaratıcılık, iletişim, takım çalışması, iş birliği, eleştirel düşünme, sorumluluk bilinci ve problemleri çözme bulunmaktadır.

#### **2.2.9. Eleştirel Düşünme Becerileri**

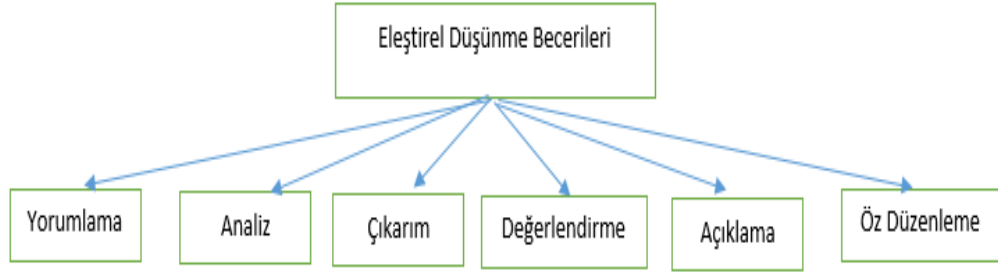
Eleştiri, Yunanca “kritikos” kelimesinden türetilmiş olup yargılama, değerlendirme, ayırt etme gibi anlamları içerir. Latince' de “criticus” şeklinde

yerleşmiş ve bu şekilde çeşitli dillerde kullanılmaya başlamıştır (Seferoğlu ve Akbıyık, 2006). Eleştirel düşünme kavramı için net bir tanım mevcut değildir. Kökeni M.Ö. 600'lere kadar uzanan ve tarih boyunca ilk olarak Sokrates tarafından kullanıldığı bilinen bu kavram, günümüzde eğitim, felsefe, psikoloji gibi çeşitli alanlarda farklı biçimlerde tanımlanmaktadır.

Eleştirel düşünme, Ennis' e (1993) göre, bir kararın ne olacağına veya neye inanılacağına odaklanan yansıtıcı bir düşünme biçimidir. Paul ve Elder'e (2016) göre, kişinin düşünme yeteneğini geliştirebilmek için kendine ait düşünceleri analiz ederek yargıya varmasıdır. Norsich (2018) tarafından eleştirel düşünme, sorgulama, inceleme ve soruları mantıksal bir bağlam içinde çözme olarak tanımlanmıştır.

Araştırmacılar eleştirel düşünmeyi açıklamak için birçok tanım yapmışlardır. Bu tanımların bazı ortak noktaları olsa da, bazı farklılıklar da gözlemlenmektedir. Bu duruma çözüm bulmak ve eleştirel düşünmeyle ilgili yapılan tanımları ortak bir zeminde birleştirmek ve disiplinler arası bir tanım oluşturmak maksadıyla, 1987'de Amerikan Felsefe Derneği tarafından Facione başkanlığında Delphi Projesi düzenlenmiştir (Yıldırım, 2009). Bu projeye Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'dan eleştirel düşünme konusunda uzman 46 araştırmacı katılmıştır. Eleştirel düşünmenin tanımlanmasında en sistemli yaklaşım olan Delphi Projesi'nde görev alan araştırmacılar eleştirel düşünmeyi; analiz, değerlendirme, yorumlama ve sonuç çıkarma yoluyla amaçlı, kendi kendine düzenlenen bir yargının yanı sıra, bu yargıya dayanan kanıtlar, kavramlar, ölçütler, metodolojiler, eleştirel düşünme ve bağlamsal unsurların açıklanması olarak ifade etmişlerdir (Facione, 1990).

Delphi projesi kapsamında eleştirel düşünmenin içerdiği beceriler de açıklanmıştır. Uzmanlar, eleştirel düşünme becerilerinin açıklama, analiz, yorumlama, sonuç çıkarma, değerlendirme ve öz düzenleme olmak üzere altı bilişsel beceriyi içerdiği konusunda karar kılmışlardır (Facione, 1990).



**Şekil 2.3** Eleştirel düşünmeyi oluşturan bileşenler

Facione (1990) eleştirel düşünmeyi oluşturan bu alt becerileri şu şekilde açıklamıştır:

**Yorumlama:** Sınıflandırma, çözümleme ve anlamı açığa çıkarma aşamalarından oluşur. Yorumlama alt becerisi; farklı durumların, deneyimlerin, görüşlerin, olayların, kuralların, inançların veya ölçütlerin önemini veya anlamını anlamak ve ifade etmeyi barındırır.

**Analiz:** Fikirleri gözden geçirme, argümanları tanımlama ve argümanları analiz etme aşamalarından oluşur. Analiz alt becerisi; inançları, deneyimleri, düşünceleri veya bilgileri ifade etmeye yönelik kavramlar, sorular, açıklamalar veya diğer temsil biçimleri arasındaki çıkarımsal ilişkileri belirlemeyi içerir.

**Çıkarım Yapma:** Alternatifler üzerine tahminde bulunma, kanıtları sorgulama ve sonuç çıkarma adımlarından oluşur. Çıkarım alt becerisi; doğru ve mantıklı sonuçlara ulaşabilmek için gereken prensipleri belirleyerek doğru hipotezler oluşturmaya içerir.

**Değerlendirme:** İddiaları ve argümanları değerlendirme adımlarından oluşur. Değerlendirme alt becerisi; bir bireyin algısının, deneyiminin, durumunun, inancının veya görüşünün ifadelerinin veya diğer temsillerin güvenilirliğini değerlendirmek ve başka temsiller arasında bir nedene bağlı olan ilişkilerin mantıksal gücünü ifade etmektir

**Açıklama:** Sonuçları ifade etme, prosedürleri akla uygun bir şekilde gerekçelendirme ve argümanları ikna edici bir şekilde sunma aşamalarından oluşur.

Açıklama alt becerisi; mantıksal sonuçlarını belirtmek için bu düşünce sürecini, kişinin sonuçlarının dayandığı kavramsal, kanıtsal, ölçütsel ve bağlamsal düşünceleri gerekçelendirme ve mantıklı argümanlarla sunma becerisidir.

Öz düzenleme: Kendini değerlendirme ve kendini düzeltme aşamalarından oluşur. Öz düzenleme alt becerisi; bireyin bilişsel faaliyetlerini, bu faaliyetlerde kullanılan ilkeleri ve elde edilen sonuçları analiz etme ve değerlendirme becerilerini kullanarak bilinçli bir şekilde izlemesidir.

Her bireyin yaşadığı çağın gelişmeleri ve tartışmaları hakkında bilgi sahibi olması ve bu süreçlere aktif olarak katılım sağlayabilmesi için eleştirel düşünme becerisine sahip olması son derece önemlidir (Tümekaya ve Aybek, 2008). Eleştirel düşünme becerisini kazanmak ve geliştirmek, bireylerin mantıklı, araştırmacı ve sorgulayıcı bir bakış açısıyla bilgiyi değerlendirme yeteneğini gerektirir. Bu yetenek, bireylerin elde ettikleri bilgileri sorgulayarak farklı perspektiflerle analiz etmelerini sağlar. Ancak, eleştirel düşünme becerisinin kazanılması ve geliştirilmesi zaman alan bir süreçtir ve sürekli pratik gerektirir (Dutoğlu ve Tuncel, 2008; Tümekaya, 2011).

## **2.2. İlgili Çalışmalar**

### **2.2.1. Argümantasyon Destekli STEM Eğitimi ile ilgili Yapılmış Çalışmalar**

Alanyazına bakıldığında argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili yapılmış olan çalışmaların fazla olmadığı görülmüştür. Argümantasyon ve STEM eğitimi yaklaşımlarının beraber kullanıldığı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Gülen (2016), argümantasyon destekli FeTeMM eğitimi yaklaşımının öğrencilerin akademik performansı, yansıtıcı düşünme yetisi ve motor becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma, 6. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olup 40 öğrenci üzerinde yapılmıştır. Nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Nitel yöntem olarak gözlem, mülakat ve doküman incelemesi, nicel yöntem olarak ise yansıtıcı düşünme testi, akademik başarı testi ve psiko-motor gözlem formu kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, argümantasyon destekli FeTeMM yaklaşımının uygulandığı deney grubunda akademik başarı,

yansıtıcı düşünme yetisi ve motor becerileri açısından anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Nitel verilerin incelenmesi sonucunda ise bu uygulamanın öğrencilerin sosyal etkileşimlerini artırdığı, konu kavramlarını daha etkili bir şekilde öğrendikleri ve ders işleniş biçimini daha etkili buldukları belirlenmiştir.

Gülen ve Yaman (2018), öğrencilerin STEM destekli argümantasyon etkinliklerini nasıl kullandıklarını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma, 6. sınıf öğrencileriyle yapılmış olup toplam 20 öğrenci katılımcı olarak seçilmiştir. Verilerin elde edilmesi odak grup görüşmesi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi sonucunda, STEM destekli argümantasyon metinlerinin kullanılmasıyla birlikte grup arkadaşları arasında işbirliğine katkı sağladığı görülmüştür. Ayrıca, gruptaki bireylerin iddiaları belirleme ve aşamaları beraber oluşturdıkları, bireylerin iddianın kanıtlarını oluştururken STEM'e ait disiplinleri kullandıkları tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Türk (2018), argümantasyon destekli STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM'e yönelik tutumlarını, problem çözme becerilerini ve argümantasyon seviyelerinin incelediği bir çalışma yapmışlardır. Çalışma, ortaokul seviyesinde eğitim gören toplam 55 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırma verileri, STEM tutum ölçeği, problem çözme becerileri ölçeği ve STEM görüşme formu kullanılarak sağlanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda, argümantasyon destekli STEM yaklaşımının uygulandığı deney grubunda STEM'e yönelik tutum ölçeği ve problem çözme becerileri ölçeği sonuçlarında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, öğrencilerin STEM ile ilgili olumlu görüşlere sahip oldukları ve argümantasyon seviyelerinin birinci seviyede olduğu belirlenmiştir.

Uçar (2019), argümantasyon yöntemi ile FeTeMM entegrasyonunun sağlandığı uygulamaların, mevcut öğretim programındaki etkinliklere kıyasla öğrencilerin akademik başarılarına, astronomiye yönelik olan tutumlarına, eleştirel düşünme becerilerine ve FeTeMM alanlarına olan kariyer ilgilerine etkisini incelemiştir. Çalışma, 7. sınıf seviyesindeki 60 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları arasında Güneş Sistemi ve Ötesi Akademik Başarı Testi, Astronomi Tutum Ölçeği, Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği ve FeTeMM Kariyer İlgi Ölçeği

bulunmaktadır. Bulgular, argümantasyon entegrasyonlu STEM etkinliklerinin uygulandığı deney grubu lehine anlamlı farklılıklar ortaya koyduğunu göstermektedir.

Gülseven (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, FeTeMM odaklı argümantasyon tabanlı eğitimin, öğrencilerin Kuvvet ve Enerji konularındaki akademik başarılarına, fen bilimlerine karşı tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi incelenmiştir. Araştırma, toplamda 64 7. sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem araştırma modeli kullanılarak öğrencilerin akademik başarı, tutum ve argümantasyon seviyeleri incelenmiştir. Veri toplama araçları arasında Kuvvet ve Enerji Akademik Başarı Testi, argümantasyon seviyelerini değerlendirmek için etkinlik kâğıtları ve uygulamanın değerlendirilmesi için yarı yapılandırılmış görüşme formu yer almıştır. Analiz sonuçlarına göre, deney grubunun argümantasyon düzeyinin kontrol grubuna nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, deney grubunun akademik başarı seviyesinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak, fen bilimlerine yönelik tutumlarda anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Kontrol ve deney grupları arasında yapılan karşılaştırmada, deney grubu lehine argümantasyon seviyesinde yükselme olduğu gözlemlenmiştir.

Johnson ve arkadaşları (2020) araştırmalarında, bir STEM eğitim dersine sosyobilimsel konuların entegre edilmesi: Öğretmenlerin SSI'da argümantasyon kullanımını ve sınıf uygulaması için planlarını araştırma adlı çalışma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada yüksek lisans programında öğrenci olarak iki öğretmen ekibinin SSI vakalarıyla nasıl başa çıktığını keşfetmek için uygulanmıştır. Yapılan araştırma bir durum çalışmasıdır. Araştırmanın bulguları öğretmenlerimizin bilimsel argümantasyonu SSI vakaları aracılığıyla sınıf uygulamalarına nasıl dahil ettiklerinde başarıları ve zorlukları önermektedir. Araştırma sonuçlarına göre özellikle, çalışmaya katılan öğretmenlerimiz iddiaların, akıl yürütmenin ve bilgi kaynaklarını sorgulamanın dikkate değer düzeylerini sergiledikleri, ancak kanıtların ve itirazların daha düşük düzeylerde olduğu görülmüştür. İddiaları kanıtlarla ve akıl yürütmeyle bağlantı kurmada ve SSI vakalarını tartışırken zorluk yaşamışlardır.

Demirel' in (2021) araştırmasında, fen ve mühendislik uygulamalarının öğrencilerin başarıları, 21. yüzyıl yaşam becerilerine etkisi ve öğrenci görüşleri incelenmiştir. Araştırma, 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olup karma yöntem araştırma modeli kullanılmıştır. Nicel boyutta, 21. yüzyıl yaşam becerilerini ölçmek

için bir ölçek uygulanmış, nitel boyutunda ise öğrencilerin yönetime yönelik fikirlerini belirlemek adına odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Veriler analizi bölümünde, argümantasyon entegreli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamalarının üzerinde çalışma yapılan ortaokul 7. sınıf öğrencilerinde başarı artışı ve 21. yüzyıl yaşam becerilerinde gelişim görülmüştür. Öğrenciler, kullanılan bu yöntem sayesinde öğrenmenin kolaylaştığını, öğrenilen bilgilerin kalıcı hale geldiğini, öğrenmede bakış açısını değiştirerek düşünme becerilerini ve iş birliğini desteklediği düşünülmektedirler.

Dönmez ve arkadaşları (2021), argümantasyon tabanlı STEM etkinliklerinin sürekli STEM motivasyonu üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı, bu tür etkinliklerin öğrencilerin sürekli STEM motivasyonları üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Araştırmada yerleştirilmiş karma yöntem benimsenmiştir. Çalışma, deney ve kontrol gruplarını içeren 45 öğrenci ile bir devlet okulunda toplam on altı ders saati süresince gerçekleştirilmiştir. Nicel veri toplamak amacıyla STEM motivasyon ölçeği, nitel veri toplamak için ise argümantasyon tabanlı STEM etkinlikleri kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde ortalamalar, Wilcoxon testi ve Mann–Whitney U testi uygulanmış; nitel verilerin analizinde ise içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, argümantasyon tabanlı STEM etkinlikleri deney grubu lehine STEM motivasyonunda olumlu bir değişiklik yaratmıştır.

Yeşildağ ve arkadaşları (2021) araştırmalarında, STEM entegreli tartışmaya dayalı sorgulama uygulamalarının öğrencilerin akademik başarısı, yansıtıcı düşünme ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi adında çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın deseni açıklayıcı ardışık desendir. Kuzeydoğu Türkiye'deki bir ortaokulun 7. sınıfında öğrenim gören toplam 41 öğrenci çalışma grubunu oluşturmaktadır. Çalışmada, aynı öğretmenin katıldığı iki sınıf rastgele belirlenmiştir; biri ABI grubu (N=21) ve diğeri STEM destekli ABI grubudur (N=20). Çalışmanın nicel boyutunda Akademik Başarı Testi, Problem Çözme için Yansıtıcı Düşünme Ölçeği ve Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği kullanılmıştır, nitel boyutta ise yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Nicel verilerin analizinde bağımsız gruplar t testi ve ANCOVA uygulanmıştır. Nitel verilerin analizinde içerik analizi

yapılmıştır. Araştırmada, STEM'in ABI yaklaşımına entegre edildiği uygulamalarda öğrencilerin problem çözme için düşünsel yansıtma becerilerinin, bilimsel yaratıcılıklarının ve akademik başarılarının daha fazla geliştiği sonucuna varılmıştır.

Ekici' nin (2022) araştırmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve gerçekleştirdikleri STEM merkezli projeler kapsamında STEM merkezli argümantasyon becerilerinin tayin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın katılımcı grubunu, bir üniversitenin Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 81 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Bu çalışmada, nicel ve nitel yaklaşımlar beraber kullanılmıştır. Nicel boyutta, fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını tayin etmek adına tarama yöntemi kullanılmış, nitel boyutta ise STEM görüşlerini tayin etmek için durum çalışması yöntemi tercih edilmiştir. STEM yaklaşımının argümantasyona uygun bir zemin sunduğu göz önünde bulundurularak, öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve öğrencilerin katılımıyla argümantasyonun STEM yaklaşımına entegrasyonunu içeren çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sarioğlu (2022) araştırmasında, bilimsel akıl yürütme stillerine dayalı olarak STEM ve argümantasyon etkinlikleriyle işlenmiş olan Astronomi dersinin 4. sınıfta eğitim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına, akıl yürütme ve argümantasyon becerilerine etkisi ile STEM ürün ve performanslarını incelemiştir. Araştırmanın katılımcı grubunu, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören ve astronomi dersi alan 10 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışmada, bütüncül çoklu durum çalışması desen olarak kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak, geliştirilen etkinliklerin öğretmen adaylarının astronomi başarısına etkisini ölçmek amacıyla geliştirilen Astronomi Başarı Testi, bilimsel düşünme becerilerine etkisini ölçmek amacıyla Lawson'un Mantıksal Düşünme Testi ve argüman kurma becerilerini ölçmek amacıyla Bilimsel Argümantasyon Testi kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, uygulanan etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının akıl yürütme becerilerini pozitif anlamda yönde etkilediği ancak akademik başarılarına ve bilimsel argümantasyon becerilerinde uygulama öncesini dikkate aldığımızda anlamlı bir şekilde fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Ha ve arkadaşları (2023) araştırmalarında, fen müfredatında argümantasyon destekli modelinin kullanımı ile yeni bir yaklaşım üzerine çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmanın amacı, ortaokul öğrencilerinin öğrenme başarıları, öğrenme motivasyonları, öğrenme ilgileri ve üst düzey düşünme becerileri arasındaki farkları A-5E-STEM, 5E-STEM ve geleneksel didaktik yöntemlerle fen öğretimi yaparak incelemektir. 6. sınıf Doğa Bilimleri müfredatındaki “Karışımların Ayrılması” ünitesi, A-5E-STEM ve 5E-STEM modeline göre tasarlanmıştır. Katılımcılar, Hanoi Şehri, Vietnam'daki bir devlet ortaokulunda toplamda 120 öğrenciden oluşan üç 6. sınıf şubeleridir. İlk deney grubu, fen bilimleri A-5E-STEM modeli kullanarak öğrenirken, ikinci deney grubu 5E-STEM modeli kullanarak fen bilimleri öğrenmiş ve bir kontrol grubu ise fen ünitesini geleneksel didaktik yöntemlerle öğrenmiştir. Öğrenme başarıları verilerini toplamak için bir son test ve öğrenme motivasyonu, ilgi ve üst düzey düşünme becerileri verilerini toplamak için anketler kullanılmıştır. Bulgular, A-5E-STEM modeli ile fen öğretiminin, ortaokul öğrencilerinin öğrenme başarıları, motivasyonları, ilgileri ve üst düzey düşünme becerileri üzerinde 5E-STEM modeli ve geleneksel didaktik yöntemlere kıyasla önemli ölçüde üstün olduğunu göstermiştir.

Kavcı (2023), argümantasyon destekli STEM etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin STEM'e tutum, eleştirel düşünme ve temel becerileri üzerine etkisi adlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma, ilkökul 4. sınıf seviyesinde eğitim gören toplam 43 öğrenci ile yapılmıştır. Çalışmada kontrol grubu ile mevcut öğretim programı kapsamında yıllık ünite planına göre dersler yürütülürken, deney grubunda ise, argümantasyon destekli STEM etkinlikleri ile dersler yürütülmüştür. Çalışmanın yöntemi karma yöntemdir. Araştırma verileri, “STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği”, “Eleştirel Düşünme Ölçeği”, “Temel Beceri Ölçeği” ve araştırmacı tarafından geliştirilmiş “Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu” kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmanın nicel sonuçlarına göre, argümantasyon destekli STEM yaklaşımı etkinliklerinin eleştirel düşünme becerisinin açıklama, yorumlama, iletişim ve öz düzenleme alt boyutlarında etkili olduğu; STEM'e Yönelik Tutum Ölçeği'nde ise, 21. yy becerileri, mühendislik ve teknoloji alt boyutlarını olumlu etkilediği; Temel Beceriler Ölçeği'nde ise sınıflama, ölçme ve iletişim alt boyutlarını olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.

Kurtuluş'un (2023) araştırmasında, argümantasyon ve otantik öğrenmeye dayalı STEM etkinliklerinin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine ve akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Bu çalışma, 5. sınıfta eğitim gören 120 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma yöntemi karma yöntemidir. Nicel veri toplama araçlarında 21. yüzyıl öğrenme ve yenilik becerileri ölçeği, akademik başarı testleri ve öz değerlendirme formlarının yanı sıra bir ürün değerlendirme rubriği bulunmaktadır. Nitel veri toplama yöntemleri arasında ise video ve ses kayıtları, yarı yapılandırılmış görüşmeler, etkinlik belgeleri, öğrenci günlükleri, öğretmen ve araştırmacı gözlemleri ile gözlemci formları bulunmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, ölçeğin genelinde, işbirliği ve iletişim alt boyutlarında ve üç akademik başarı testinin ön test puanları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Nitel verilere dayalı olarak, deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinde sorgulama, yaratıcılık becerilerinde özgünlük, işbirliği becerilerinde etkili ve verimli çalışma, iletişim becerilerinde ifade etme ve STEM temelli etkinliklerde sorunu tanımlama becerilerinde olumlu bir artış gözlemlenmiştir.

### **2.2.2. STEM eğitiminin eleştirel düşünme üzerine etkisinin incelendiği çalışmalar**

Öztürk (2018) araştırmasında, fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirmede STEM eğitiminin rolünü incelemiştir. Araştırmaya 3. sınıfta öğrenim gören 30 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmanın yöntemi açıklayıcı karma yöntemidir. Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda STEM eğitiminin uygulanmasının öğrencilerin problem çözme ve eleştirel düşüncelerine ilişkin anlamlı fark tespit edilmiştir.

Topsakal (2018) araştırmasında, probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme iklimlerine, eleştirel düşünme eğilimlerine, problem çözme becerilerine ilişkin algıları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma 7. sınıfta öğrenim gören 81 öğrenci ile yapılmıştır. Araştırmada veri toplamak amacıyla eleştirel düşünme eğilim ölçeği, öğrenme iklimi ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Araştırmanın deseni paralel desenli karma araştırma desendir. Araştırmanın sonuç bölümünde STEM eğitimi almış öğrencilerin öğrenme iklimlerine,

eleştirel düşünme eğilimlerine ve problem çözme becerilerine ilişkin algıları arasında anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir.

Akyol (2020) araştırmasında, STEM merkezli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilişsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine ilişkin etkisini incelemiştir. Araştırmada desen olarak ön test- son test yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmada nicel bir yaklaşımla durum çalışmasından faydalanılmıştır. Araştırmanın örneklemini deney ve kontrol gruplu olarak 32 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada düşünme eğilimi ölçeklerinden olan, bilgi işlemsel düşünme ölçeği, gözlem formları ve çalışma yaprakları veri toplamada kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda STEM etkinliklerinin kullanımı ile öğretmen adaylarında eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinde olumlu anlamda etki yarattığı tespit edilmiştir.

Gencer ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan araştırmada, beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel eleştirel düşünme becerilerinin tasarım tabanlı STEM eğitimi ile değerlendirilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın hedefi, canlılar ve kuvvet ile sürtünme konularında gelişmeyi ölçmek için bilimsel eleştirel düşünme beceri araçları geliştirmek ve onaylamaktır. Bu tasarım tabanlı araştırmada, öğrenci modülleri eleştirel düşünme yaklaşımı çerçevesinde etkinlikler ve çalışma sayfaları içeren bütünleşik STEM eğitim ilkeleriyle tasarlanmıştır. Araçların geliştirilme aşamasında, içerik geçerliliği için kappa istatistikleri, yapı geçerliliği için açıklayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi ve madde kalitesi analizi için madde ve güvenilirlik analizi kullanılmıştır. Bu analizlerin sonuçları, “Canlılar Eleştirel Düşünme Testi” ve “Kuvvet ve Sürtünme Eleştirel Düşünme Testi” testlerinin her biri için 15 iki aşamalı maddenin beşinci sınıf öğrencilerinin ilgili bilim içeriğindeki eleştirel düşünme becerilerini ölçmek için geçerli ve güvenilir veriler sağladığını doğrulamıştır. Araçların ön ve son uygulamalarını karşılaştırarak yapılan çalışma, STEM modüllerinin öğrencilerin yorumlama, analiz ve çıkarım gibi bilimsel eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Bu bağlamda, bütünleşik eleştirel düşünme becerilerini değerlendirmek için araçlar geliştirmek ve onaylamak, okul bilimi öğrenme bağlamında bu yapıyı ampirik olarak incelemeye katkı sağlayacaktır.

Tekin (2020) araştırmasında, robotik uygulamaları içeren ve temelinde mühendislik olan STEM eğitiminin eleştirel düşünme ve mesleki tercihlere etkisi hakkında araştırma yapmıştır. Araştırmanın örneklem grubunu ilköğretimin 4. sınıfında eğitim gören 26 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın yöntemi karma yöntemdir. Araştırmanın veri toplama araçları Eleştirel Düşünme Beceri Ölçeği, Mesleki Serbest Çizim Testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formudur. Yapılan araştırma sonucunda STEM eğitiminin, öğrencilerin eleştirel düşünme becerisi ve mesleki tercihleri üzerinde pozitif olarak etki ettiği tespit edilmiştir.

Bebek (2021) araştırmasında, özel yetenekli öğrenciler için geliştirilen STEM etkinliklerinin, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı, nicel araştırma yaklaşımı ve tasarım tabanlı araştırma yaklaşımından faydalanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu özel eğitim görmekte olan 24 özel yetenekli öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma basamağında klinik mülakatlar, çizim çalışmaları, alan notları, bilimsel yaratıcılık ölçeği, eleştirel düşünme ölçeği ve bilişsel başarı testi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, özel yetenekli öğrencilere yönelik hazırlanan STEM etkinliklerinin öğrencilerde yaratıcılık ve başarı düzeyi üzerinde anlamlı bir farklılık olduğu, ancak eleştirel düşünme becerisi üzerinde anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Evcim (2021) araştırmasında, STEM entegrasyonu ile kuvvet ve enerji konularının geliştirilmesi üzerine yapılan araştırmada, öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ve girişimcilik becerileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya 25 deney grubu ve 25 kontrol grubu öğrenci katılmıştır. Araştırmada Eleştirel Düşünme Ölçeği ile Girişimcilik Yeterlik Ölçeği veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Ayrıca, öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen nitel ve nicel veriler analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, STEM eğitimi alan öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ve girişimcilik yeterlikleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Putra ve arkadaşları (2021) gerçekleştirdikleri çalışmada, bir fizik sınıfında mühendislik tasarım süreci (MTS) aracılığıyla öğrencilerin beceri ve davranışlarını

geliştirme sürecini keşfetmişlerdir. Araştırmanın yöntemi, öğrencilerin ilk kez MTS deneyimlediği bir vaka çalışmasına dayanmaktadır. Veriler, her MTS aşaması için EDB (Eleştirel Düşünme Becerileri) kriterlerine dayalı olarak analiz edilmiştir. Verilerin doğruluğu, analizin geçerliliğini belirlemek için bir akran değerlendirme süreciyle test edilmiştir. Bulgular, öğrencilerin her MTS aşamasında belirli EDB kriterlerini karşıladığını göstermektedir. Dolayısıyla, MTS'nin EDB üzerinde etkili bir yöntem olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar, öğrencilerin MTS içinde performanslarını artırmak için deneysel kanıtların önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Şimşek (2022) araştırmasında, okul öncesi dönemde STEM yaklaşımının yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırmanın örneklem grubu, okul öncesi öğrencisi olan 5 yaş grubunda bulunan 12'si kontrol grubu, 19'u deney grubu olarak toplam 31 öğrenciden oluşup, ön test, son test gruplu deneysel araştırmadan yararlanılmıştır. Araştırmada eleştirel düşünme ölçeği ve yaratıcılık ölçeği kullanılarak veriler elde edilmiştir. Araştırma sonucunda STEM eğitimi ile eğitilmiş deney grubu öğrencilerinin, eğitimi almayan gruba göre eleştirel ve yaratıcılık becerilerinin arttığını göstermektedir.

Alanyazına bakıldığında argümantasyon destekli STEM eğitimi hakkında yapılan çalışmaların genelinde akademik başarı, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, işbirliği vb. becerileri arttırmada etkili olduğu görülmektedir. Aynı şekilde STEM eğitimi yaklaşımı kullanılarak yapılan çalışmalarda bireylerin eleştirel düşünme becerilerini olumlu anlamda etkilediği görülmektedir. Alanyazında, argümantasyonun STEM ile bütünleştirilmesine yönelik sınırlı sayıda araştırma olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmalar, bu iki disiplinler arası alanın birleşimi konusunda yetersiz kalmaktadır. Üstelik bu çalışmaların çoğu benzer özellikler taşımaktadır. Alanyazının zenginleştirilmesi için farklı öğrenme alanları ve çeşitli katılımcı gruplarıyla yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu doğrultuda, gerçekleştirilen bu çalışmanın alandaki mevcut boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

### 3. YÖNTEM

Bu araştırmada argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri” ünitesinde eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, araştırmanın modeli, evren ve örneklemi, veri toplama araçları, uygulama süreci ve veri analizi bu bölümde ele alınmaktadır.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nicel bir araştırmadır. Araştırmanın deseni ön test-son test deney ve kontrol grubu içeren yarı deneysel bir desene dayanmaktadır. Eğitim ortamlarında öğretim materyalinin ya da kullanılacak olan öğretim yöntemlerin etkilerini gözlemleyebilmek için yarı deneysel desen kullanmak uygun görülmektedir (McMillan ve Schumacher, 2010). Yarı deneysel desen, deney ve kontrol gruplarını seçerken örneklem seçiminin rastgele olmadığı zamanlarda kullanılmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2012). Araştırmada belirlenen örneklem grubu çalışma öncesinden belirlenip tesadüfi olarak belirlenmemiştir.

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın örneklem grubunu 2022-2023 eğitim- öğretim döneminde Ağrı merkeze bağlı bir devlet okulunda 7. sınıfta öğrenim gören iki şubede bulunan toplam 40 öğrenciden oluşmaktadır. Bu şubelerden biri argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı deney grubu (DG=20), diğeri ise Milli Eğitim’in programı dâhilinde ders işlenen kontrol grubu (KG=20) olarak belirlenmiştir.

#### 3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Akademik Başarı Testi (ABT) ve Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (EDEÖ) kullanılmıştır. Kullanılan veri toplama araçları aşağıda açıklanmıştır.

##### 3.3.1. Akademik Başarı Testi

Akademik Başarı Testi (ABT) araştırmacılar tarafından “Elektrik Devreleri” ünitesi kazanımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. ABT soruları daha önceki yıllarda yapılan bursluluk sınav soruları (İOKBS) ve MEB’in yayınladığı beceri temelli sorularından oluşmaktadır. ABT oluşturulurken, ünite kazanımlarına ve testin kapsam

geçerliliğine yönelik belirtke tablosu hazırlanmıştır. Hazırlanan belirtke tablosu Tablo 3.1’de yer almaktadır.

**Tablo 3.2.** ABT’ye yönelik belirtke tablosu

| Soru | Kazanımlar                                                                                                         | Bilgi | Kavrama | Uygulama | Analiz | Sentez | Değerlendirme |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|----------|--------|--------|---------------|
| 1    | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |       |         |          | X      |        |               |
| 2    | Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.                           |       | X       |          |        |        |               |
| 3    | Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                        |       | X       |          |        |        |               |
| 4    | Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                        |       | X       |          |        |        |               |
| 5    | Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                        |       | X       |          |        |        |               |
| 6    | Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                        |       | X       |          |        |        |               |
| 7    | Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.                                                   |       |         | X        |        |        |               |
| 8    | Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.                                                 |       | X       |          |        |        |               |
| 9    | Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.                           |       |         |          | X      |        |               |
| 10   | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |       |         |          | X      |        |               |
| 11   | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |       |         |          | X      |        |               |

|    |                                                                                                                    |   |   |   |   |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| 12 | Bir devre elemanın uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.                             |   |   |   | X |  |  |
| 13 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   |   |   | X |  |  |
| 14 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   |   |   | X |  |  |
| 15 | Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.                                                 |   | X |   |   |  |  |
| 16 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   |   |   | X |  |  |
| 17 | Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.                                                       | X |   |   |   |  |  |
| 18 | Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.                                                   |   | X |   |   |  |  |
| 19 | Bir devre elemanın uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.                             |   |   | X |   |  |  |
| 20 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   |   |   | X |  |  |
| 21 | Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.                                                                        |   | X |   |   |  |  |
| 22 | Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.                                                   |   |   | X |   |  |  |
| 23 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   | X |   |   |  |  |
| 24 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |   |   |   | X |  |  |

|    |                                                                                                                    |  |   |   |   |  |  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|---|---|--|--|
| 25 | Seri ve paralel bağı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.                                                    |  | X |   |   |  |  |
| 26 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |  | X |   |   |  |  |
| 27 | Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.                                                 |  | X |   |   |  |  |
| 28 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |  |   | X |   |  |  |
| 29 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |  |   | X |   |  |  |
| 30 | Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. |  |   |   | X |  |  |

Başlangıçta 30 sorudan oluşan ABT'nin pilot çalışması çalışmanın yapıldığı devlet okulunda 8. sınıfta öğrenim gören 114 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot çalışma sonucunda ABT'nin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,66 olarak tespit edilmiş ayrıca, sorulara ait madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksi değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Tablo 3.2.** ABT'nin madde güçlük-ayrı edicilik indeksi değerleri

| Soru | Üst Grup Doğru Cevap Sayısı | Alt Grup Doğru Cevap Sayısı | Güçlük İndeksi ( $P_j$ ) | Ayırt Edicilik İndeksi ( $r_{jx}$ ) | Sonuç                 |
|------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1    | 0,39                        | 0,37                        | 0,38                     | 0,03 **                             | Çıkarıldı             |
| 2    | 0,85                        | 0,32                        | 0,54                     | 0,53 *                              | Kullanıldı            |
| 3    | 0,94                        | 0,59                        | 0,75                     | 0,35 *                              | Kullanıldı            |
| 4    | 0,88                        | 0,59                        | 0,72                     | 0,29 ***                            | Düzeltilip kullanıldı |
| 5    | 0,76                        | 0,17                        | 0,44                     | 0,59 *                              | Kullanıldı            |
| 6    | 0,91                        | 0,34                        | 0,64                     | 0,57 *                              | Kullanıldı            |

|    |      |      |      |          |                       |
|----|------|------|------|----------|-----------------------|
| 7  | 0,45 | 0,22 | 0,32 | 0,24 *** | Düzeltilip kullanıldı |
| 8  | 0,76 | 0,41 | 0,55 | 0,34 *   | Kullanıldı            |
| 9  | 0,73 | 0,32 | 0,51 | 0,41 *   | Kullanıldı            |
| 10 | 0,64 | 0,07 | 0,29 | 0,56 *   | Kullanıldı            |
| 11 | 0,30 | 0,20 | 0,22 | 0,11 **  | Çıkarıldı             |
| 12 | 0,30 | 0,29 | 0,33 | 0,01 **  | Çıkarıldı             |
| 13 | 0,70 | 0,15 | 0,35 | 0,55 *   | Kullanıldı            |
| 14 | 0,58 | 0,10 | 0,32 | 0,48 *   | Kullanıldı            |
| 15 | 0,82 | 0,22 | 0,52 | 0,60 *   | Kullanıldı            |
| 16 | 0,21 | 0,17 | 0,22 | 0,04 **  | Çıkarıldı             |
| 17 | 0,70 | 0,41 | 0,58 | 0,28 *** | Düzeltilip kullanıldı |
| 18 | 0,97 | 0,63 | 0,72 | 0,34 *   | Kullanıldı            |
| 19 | 0,15 | 0,02 | 0,12 | 0,13 **  | Çıkarıldı             |
| 20 | 0,45 | 0,15 | 0,29 | 0,31 *   | Kullanıldı            |
| 21 | 0,73 | 0,22 | 0,39 | 0,51 *   | Kullanıldı            |
| 22 | 0,45 | 0,27 | 0,33 | 0,19 **  | Çıkarıldı             |
| 23 | 0,24 | 0,20 | 0,23 | 0,05 **  | Çıkarıldı             |
| 24 | 0,70 | 0,22 | 0,51 | 0,48 *   | Kullanıldı            |
| 25 | 0,18 | 0,17 | 0,12 | 0,01 **  | Çıkarıldı             |
| 26 | 0,67 | 0,32 | 0,40 | 0,35 *   | Kullanıldı            |
| 27 | 0,88 | 0,41 | 0,64 | 0,46 *   | Kullanıldı            |
| 28 | 0,27 | 0,12 | 0,17 | 0,15 **  | Çıkarıldı             |
| 29 | 0,64 | 0,20 | 0,36 | 0,44 *   | Kullanıldı            |
| 30 | 0,30 | 0,24 | 0,31 | 0,06 **  | Çıkarıldı             |

\* Doğru cevap seçeneği

\*\* Testten atılması gereken sorular

\*\*\* Düzeltme yapılarak testte kullanılan sorular

Tablo 3.2'de bulunan maddeler, aşağıdaki bilgiler temelinde uzmanlar tarafından açıklanmıştır (Tekin, 2003).

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

0,30- 0,39: Geliştirilmesi gerekmektedir.

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

0,19 ve daha küçük: Çok zayıf maddeler. Düzeltilemiyorsa testten çıkartılmalıdır.

Yukarıda verilen bilgilerden yararlanılarak Tablo 3.2'ye göre 1, 7, 11, 12, 16, 22, 23, 25, 28, 30. sorular testten çıkarılmıştır. 20 soruya düşürülen ABT için tekrar KR-20 güvenirlik katsayısı hesaplanmış ve 0,74 olarak bulunmuştur. ABT ön test ve son test olarak uygulanmıştır. ABT'ye ait sorular Ek-3'de yer almaktadır.

### 3.3.2. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği

Bu araştırmada kullanılan Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (EDEÖ) Ertaş Kılıç ve Şen (2014) tarafından Türkçeye uyarlanmıştır. Bu ölçek ortaöğretim düzeyinde bulunan öğrenciler üzerinde uygulanmakla beraber bazı araştırmacılar tarafından ilköğretim düzeyindeki öğrenciler üzerinde de uygulanmıştır. İlköğretim düzeyinde uygulanan (Bakır, 2022; Güççük Kurga, 2021; Yıldırım, 2024; Yılmaz Özcan, 2019) bu ölçeğin bu dönemdeki öğrencilerin bilişsel seviyesine uygun olduğu düşünüldüğü için bu çalışmada da kullanılmıştır.

Florida Üniversitesi araştırmacıları tarafından geliştirilen EDEÖ'nün, Türkiye koşullarında geçerliliğini ve güvenilirliğini belirlemeyi hedefleyen bu ölçek 5'li likert tipinde hazırlanmış toplam 26 maddeden oluşmaktadır. Hazırlanan bu ölçek, ortaöğretimde dokuzuncu ve onuncu sınıflarda öğrenim görmekte olan toplam 342 öğrenciye yöneltilmiştir. Üç faktörlü yapının araştırılması için doğrulayıcı faktör analizi (DFA) gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz neticesinde ölçekteki bir madde uygun görülmeyle çıkarılmıştır. Yapılan değişiklik ve edinilen sonuçlara bakıldığında, 25 maddeden oluşan ölçeğin üç faktörlü özgün yapı ile tutarlı olduğu ve verilerle uyum sağladığı görülmektedir. Ölçek güvenilirliği için tüm ölçeğin ve ölçekteki alt boyutların iç tutarlılık katsayıları gözden geçirilmiştir. Sonuç olarak, Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı tüm ölçek için 0,91 olarak belirlenmiştir (Ertaş Kılıç ve Şen, 2014). Yapılan bu araştırmada ise ölçeğin Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı yeniden hesaplanmış ve 0,87 olarak tespit edilmiştir. Bu ölçek deney ve kontrol gruplarına ön test-son test olarak uygulanmıştır. EDEÖ'ye ait sorular Ek-4'te yer almaktadır.

### 3.4. Uygulama Süreci

Bu araştırmada argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin “Elektrik Devreleri” ünitesinde eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla araştırmacının görev yaptığı okulda deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve uygulama süreci 16 ders saatinden oluşmuştur. Araştırmanın uygulama sürecine ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

### 3.4.1. Konu Seçimi

Konu seçiminde MEB'in 7. sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programından yararlanılmıştır. Bu plan doğrultusunda 7. ünite olan “Elektrik Devreleri” ünitesi seçilip, deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanması planlanan ders içeriği oluşturulmuştur.

### 3.4.2. Modülün Oluşturulma Süreci

Konu seçimi yapıldıktan sonra modülün STEM eğitimi yaklaşımına uygun olarak hazırlaması sağlanmıştır. Bu hazırlık süreci yaklaşık olarak 1 ay sürmüştür. Modül oluşturulurken öğrenci seviyesine dikkat edilerek hazırlanmıştır. Modülün temel aldığı disiplinlerdeki keşfedilecek konular ve hedef kazanımlar aşağıda verilmiştir (Akkuş Çiftçi, 2021).

**Tablo 3.3.** Keşfedilecek Konular

| <b>Fen Bilimleri</b>                                                                                                                                                                                    | <b>Matematik</b>                                                                      | <b>Mühendislik ve Teknoloji</b>                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Ampullerin Bağlanma Şekilleri</li><li>• Seri Bağlama</li><li>• Paralel Bağlama</li><li>• Elektrik Akımı</li><li>• Elektrik Enerjisi</li><li>• Gerilim</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Oran- Orantı</li><li>• Veri analizi</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mühendislik tasarım becerisi</li><li>• Problem çözme</li><li>• Tasarım geliştirme</li><li>• Ürün geliştirme</li></ul> |

### Hedef Kazanımlar

#### Fen Bilimleri

F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.

F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.

F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.

F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.

### **Matematik**

M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.

M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur. Günlük hayat durumlarına ilişkin örnekler üzerinde çalışmalar yapılır.

M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.

M.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.

M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir

M.7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.

M.7.4.1.1. Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar.

### **Teknoloji ve Tasarım**

#### **Temel Tasarım**

TT. 7. A. 2. 4. Çevresindeki bir tasarım ürününü yeniden yorumlar.

#### **Tasarım Odaklı Süreç**

TT. 7. B. 1. 1. Tasarım sürecinin bir problem tanımlama ve çözüm önerme süreci olduğunu söyler.

TT. 7. B. 1. 2. Günlük hayatta karşılaşılan bir sorun, ihtiyaç veya gerçekleştirebileceği hayalini “tasarım problemi” şeklinde ifade eder.

TT. 7. B. 1. 3. Belirlediği probleme yönelik geliştirdiği çözüm önerisini paylaşır.

TT. 7. B. 1. 5. Tasarım geliştirme kriterlerini söyler.

TT. 7. B. 1. 6. Tasarım oluşturulurken kullanıcı, malzeme, uygulama ve çevre faktörlerinin önemini açıklar. Tasarım için uygun malzemeyi temin etme, araç-gereçleri seçme, çalışma takvimi oluşturma, maliyet hesaplaması yapma ve değerlendirme süreçleri üzerinde durulur.

TT. 7. B. 1. 7. Tasarımı oluşturmak için gerekli aşamaları açıklar.

TT. 7. B. 1. 8. Teknoloji ve tasarım uygulamalarında alınması gereken güvenlik önlemlerini açıklar.

TT. 7. B. 1. 10. Taslak, model, maket ve prototip kavramlarını örnekleyerek açıklar.

TT. 7. B. 1. 13. Tasarımı değerlendirdikten sonra elde ettiği verilerden hareketle tasarımını yeniden yapılandırır.

TT. 7. D. 1. 5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir.

## **Ürün Geliştirme**

TT. 7. C. 2. 8. Yapısal özellikleri dikkate alarak bir tasarım yapar. Basit bir nesne kullanılarak yapısal bir tasarım (kule, köprü vb.) oluşturulur.

## **Mühendislik**

M. 1. Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını bilir ve uygular.

M. 2. Verilen problem durumunu analiz eder. Problem durumunda belirtilen ihtiyaçları ortaya koyar ve yapılması gerekenleri belirler.

M. 3. Problem durumu için gerekli başarı kriterlerini ve kısıtlamaları ortaya koyar.

M. 4. Problem durumu için uygulanmış olan çözüm yollarını araştırır.

- M. 5. Problem durumu için olası çözüm yolları geliştirir. Gerekli kriterlere ve kısıtlamalara uygun en iyi çözüm yoluna karar verir.
- M. 6. Gerekli kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alarak, ihtiyaç duyduğu malzeme ve materyallere karar verir, listeler.
- M. 7. Belirlediği tasarımın çizimini yapar.
- M. 8. Belirlediği tasarımın prototipini yapar.
- M. 9. Prototipi test eder. Başarılı ve geliştirilmesi gereken yönlerini belirler.
- M. 10. Tasarımın test aşamasında veri toplar. Veriye dayalı çıkarımlarda bulunur.
- M. 11. Prototipi test sonuçları doğrultusunda yeniden düzenler.
- M.12. Mühendislik tasarım sürecinde ekiple birlikte çalışır.
- M. 13. Ekip üyeleri arasında iş bölümü yapar.
- M. 14. Karar alma sürecine ekibin tüm üyeleri katılır.
- M. 15. Geliştirilen tasarımın test edilmesi ve sunumu ekip tarafından tüm sınıfa yapılır.
- M. 16. Tasarımın sunumu yapılırken tasarımın verilerine dayalı açıklamalar yapar.
- M. 17. Tasarım sunumu yapılırken tasarımın eksiklerini gösteren verilere dayalı açıklamalar yapar.
- M. 18. Tasarımın başarılı olan ve geliştirilmesi gereken yönlerine diğer tüm gruplar da katkı sunar.
- M.19. Tasarım değerlendirildikten sonra elde ettiği veriler ve önerilere göre tasarımını yeniden yapılandırır.

#### **3.4.3. Modüle yönelik uzman görüşünün alınması**

Ders planlarının hazırlanmasının ardından uzman görüşlerine başvurulmuştur. Bu süreçte, biri fen alanında, diğeri matematik alanında uzmanlaşmış iki akademisyenden görüş alınmıştır. Ardından, alanında deneyimli bir fen bilgisi

öğretmeni modülde yer alan ders planlarını değerlendirmiş ve verilen geri bildirimler doğrultusunda ders planları son hâline kavuşturulmuştur.

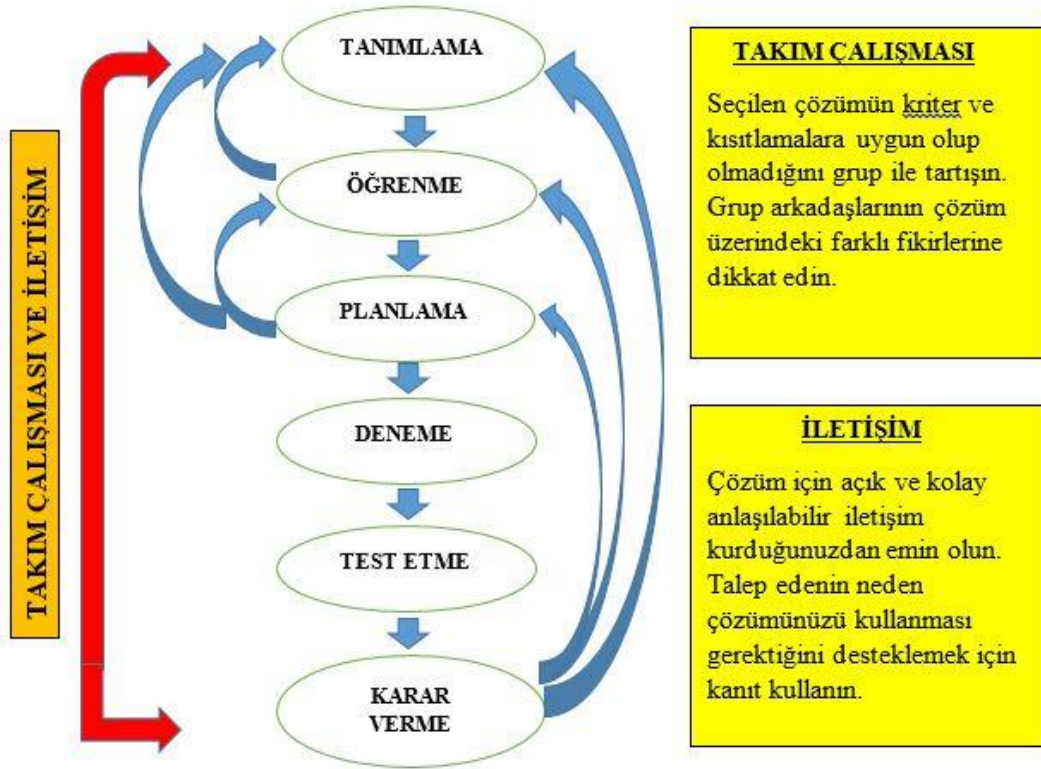
#### **3.4.4. Deney grubu öğrencilerine yönelik uygulama süreci**

Argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımının uygulandığı sınıfta gruplar belirlenirken grupların heterojen olmasına dikkat edilmiştir. Bu sebeple öğrencilerin önceki sınavları dikkate alınarak grup oluşturma sağlanmıştır. Gruplar 4'er kişilik olup toplam 5 grup oluşturulmuştur.

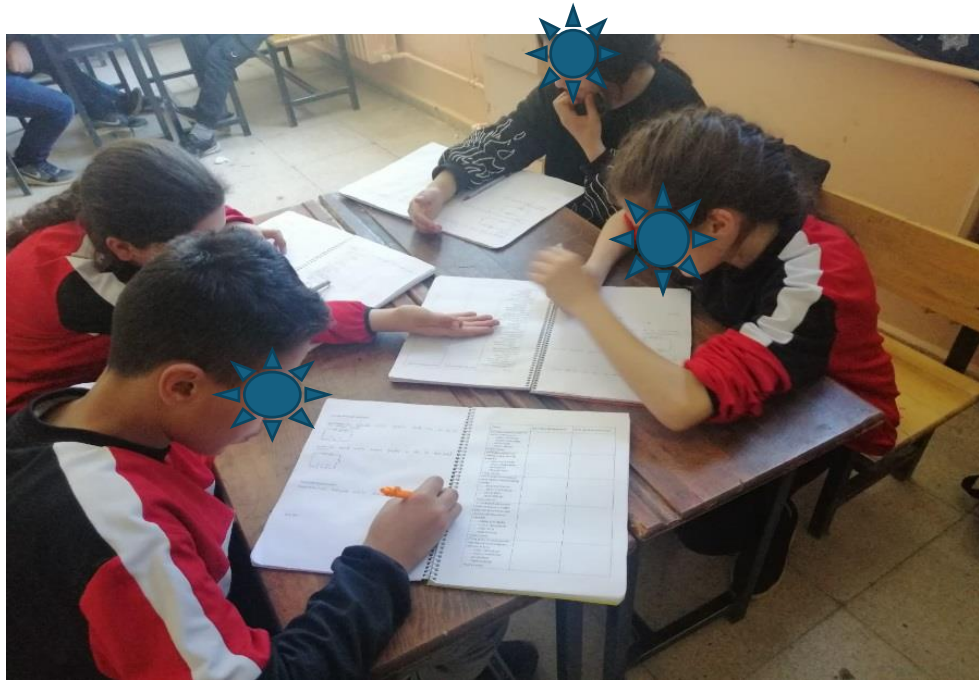
Uygulama öncesi öğrencilere ilk olarak Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği ve Akademik Başarı Testi ön test olarak uygulanmıştır. Öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) ve Mühendislik Not Defteri (MND) hakkında bilgi verilmiştir. MND, büyük boy kareli ve 30-40 sayfalık bir defterdir. Her bir öğrenciye ait bir MND mevcuttur. “Mühendis ne yapar? Görevi nedir?”, “Mühendisler hangi bilim dallarını kullanırlar?”, “Mühendisler problemleri nasıl çözer?” gibi sorular yöneltilerek mühendislik hakkında bilgi paylaşımı yapılmıştır.

#### **Mühendislik Not Defteri**

Mühendislik Not Defteri (MND), öğrencilerin tasarım süreci boyunca fikirlerini, yanıtlarını, hesaplamalarını ve çizimlerini kaydettikleri bir defterdir. Bu araç sayesinde öğretmen, öğrencileri sürecin her aşamasında izleyip değerlendirme imkânı elde eder. Her dersin sonunda toplanan MND, bir sonraki derste öğrencilere yeniden dağıtılır ve öğretmen, öğrencilerin gelişimine göre dersin akışını belirler. MND, öğrencilerin “Bireysel Cevap” ve “Grup Cevabı” bölümlerine yanıtlarını ayrı ayrı yazabilecekleri şekilde yapılandırılmıştır. Ayrıca, defterin ilk sayfasında öğrenciler, Mühendislik Tasarım Süreci'nin (MTS) hangi aşamasında olduklarını kolaylıkla takip edebilirler. Aşağıda, öğrencilere dağıtılan MND'nin ilk sayfasından bir örnek çalışmada MND ile ilgili resimler yer almaktadır.



Şekil 3.1. Mühendislik Tasarım Süreci (Moore, vd. 2013; akt. Akkuş Çiftçi, 2021)



Şekil 3.2. Ders öncesi MND çalışması



Şekil 3.3. MND defteri kullanımı öncesi bilgilendirme

- 1. Tanımlama Basamağı:** Gerekli sınıf düzenlemeleri tamamlandıktan ve öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) hakkında gerekli bilgiler aktarıldıktan sonra, öğrencilere günlük yaşamdan bir problemle ilişkili bir senaryo sunulmuştur. Sunulan senaryo şu şekildedir:

#### 1. Mektup

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

Şekil 3.4. Senaryo örneği

Öğrencilere, kendilerine sunulan bu senaryo kapsamında probleme ilişkin sorular sormaları ve çözüm yolları üretmeleri gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca, problemin sahibi olan kurumla iletişime geçmeleri ve bu süreçte kurumla iş birliği içinde olmalarının önemi vurgulanmıştır. Bu aşamada, ölçüt ve kısıtlama kavramları açıklanarak, öğrencilerden problem bağlamında geçerli ölçütleri ve kısıtlamaları belirlemeleri istenmiştir. Öğrencilerin, söz konusu kuruma yöneltmek istedikleri soruları sormalarına imkân tanınacağı belirtilmiş ve bu soruları mühendislik not defterlerine yazmaları istenmiştir. Şekil 3.5’de, MTS’nin ilk aşaması olan “problemi tanımlama” bölümüne ait sorulara bir öğrencinin verdiği yanıt örnekleri yer almaktadır.

Talep eden kimdir? Oyuncak Dünyası firması

Benim fikrim: Oyuncak Dünyası firması

Grubun fikri: Oyuncak Dünyası firması

Talep eden bu fikri neden çözmek istiyor?

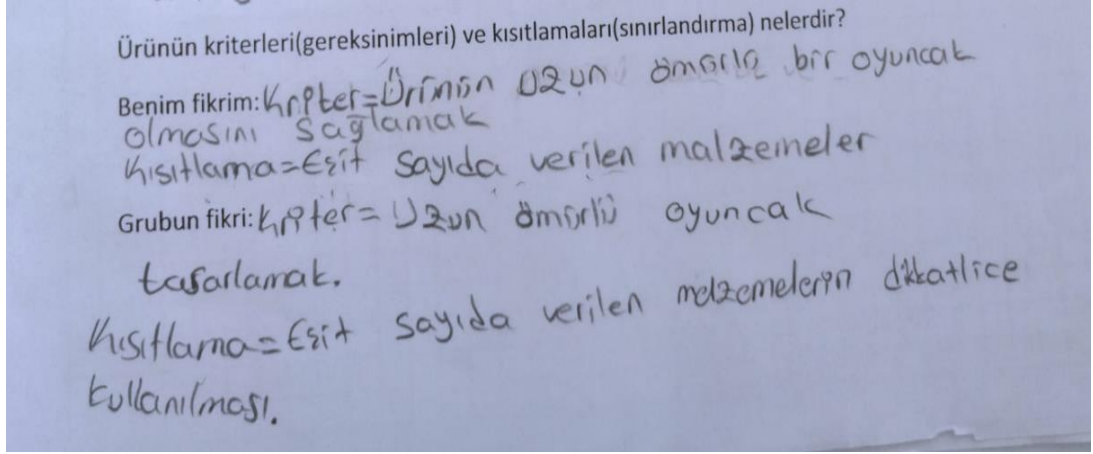
Benim fikrim: Oyuncakların ömrünü uzatmak için istiyor.

Grubun fikri: Oyuncakların ömrünü uzatmak.

Bu problem çözüldüğünde kime fayda sağlayacak?

Oyuncaklara dairete artık oyuncaklarının pili hemen bitmeyecek.

Şekil 3.5. Senaryo okunduktan sonra cevaplanan sorular



**Şekil 3.6.** Senaryoya ait kriter ve kısıtlamaların belirlenmesi

**2. Öğrenme Basamağı:** Tanımlama basamağının ardından öğrenme basamağına geçilmiştir. Bu süreçte öğrencilere ilk olarak ikinci mektup verilmiştir. Öğrencilerin yöneltilen sorulara yanıt vermeleri sağlanarak, mevcut bilgi ve birikimleri etkinleştirilmiştir.

## **2. Mektup:**

*Oyuncak Dünyası Firması Başkanlığından;*

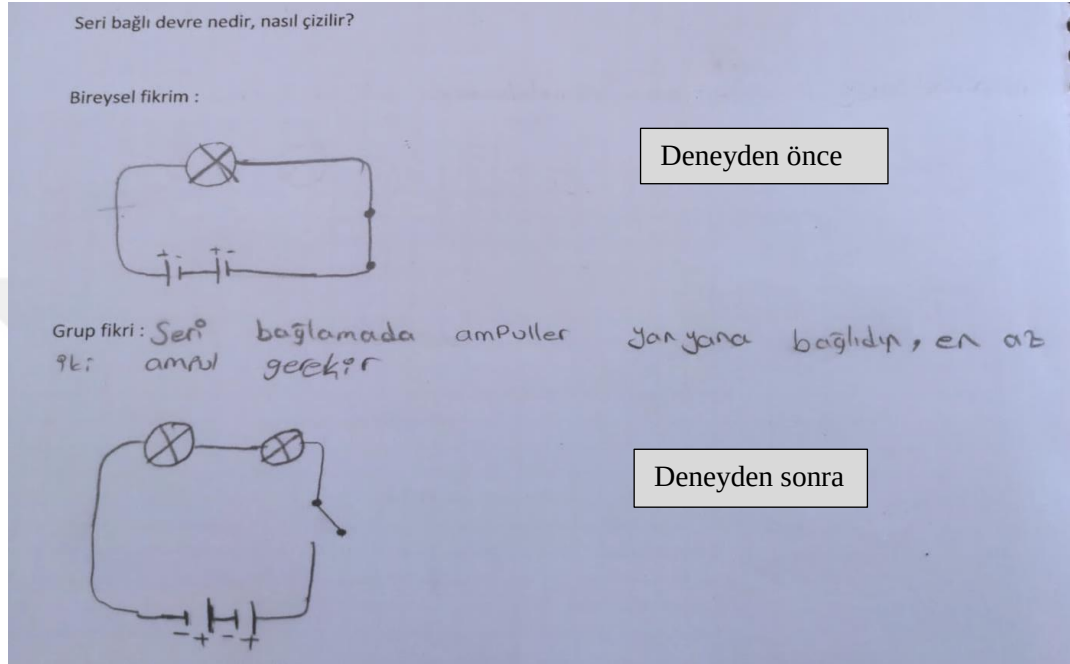
*Değerli Mühendislerimiz,*

*Ürünü tasarlamanız için ilk aşama basit bir elektrik devresi kurmak. Hepinize eşit malzemeler yolladım. Bu malzemeleri uygun bir şekilde kullanarak basit bir elektrik devresi kurum. Kolaylıklar diliyorum.*

**Şekil 3.7.** Öğrenme basamağına yönelik mektup

Öğrencilere ampul, iletken tel, duy, pil yatağı, iki pil ve devre anahtarı gibi basit elektrik devresi elemanları verilerek bu elemanları tanımlamaları, basit bir elektrik devresi ve seri bağlı devre kurmaları istenmiştir. Şekil 3.8'de, bir öğrencinin MND etkinliğinde sorulan sorulara önce bireysel, ardından grup olarak verdikleri yanıtları yazdığı görülmektedir. Örneğin, ilk soruda öğrenci tarafından bireysel olarak belirtilmeyen bazı yanıtlar, grup tartışması sonucunda ortaya çıkmıştır. Bu durum,

öğrencinin eksik ön bilgilerini fark ederek tamamlamasına olanak sağlamıştır. Aynı şekilde, şeklin ikinci bölümünde öğrencinin sembollerle yaptığı hatalı devre çizimi, grup çalışmasıyla düzeltilmiş ve devre elemanları sembollerle doğru bir şekilde gösterilmiştir. Böylece öğrenci, yaptığı hataları ve eksiklikleri grup içi etkileşim yoluyla fark edebilmektedir.



**Şekil 3.8** Deney öncesi ve sonrası çizim örneği

Öğrencilere öğrenme basamağının başındayken ön bilgilerini tespit etmek adına bazı sorular sorularak tabloya kaydetmeleri istenir ve deneyler yapıldıktan sonra aynı sorular tekrar sorularak tabloya kaydetmeleri istenir. Tablo, Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                |                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Paralel bağlamada özdeş pil sayısı arttıkça ampul parlaklığı da artar<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL EDİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL ETMİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> DEĞİŞEBİLİR<br><input checked="" type="checkbox"/> EMİN DEĞİLİM<br>Düşüncelerim: <i>artar</i>                                 | <i>Elektirik devresini kurarken ampulleri paralel bağlarım ve sonra pil sayısını artırırım</i> | Pil sayısının parlaklığa bir etkisi yoktur.                             |
| Paralel bağlamada bir pilin bağlantısını kesersek diğer piller bundan etkilenmeyip ampulü yakmaya devam edecektir.<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL EDİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL ETMİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> DEĞİŞEBİLİR<br><input checked="" type="checkbox"/> EMİN DEĞİLİM<br>Düşüncelerim: | <i>devreye pil bağladıktan sonra 2 pil çıkarım sonra bir pilin bağlantısını keserim</i>        | devreden bir pilin bağlantısını kestik ve bir etkisi olmadığını anladık |
| Özdeş pilleri seri ya da paralel bağladığımızda seri bağlanan daha geç tükenir<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL EDİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> KABUL ETMİYORUM<br><input checked="" type="checkbox"/> DEĞİŞEBİLİR<br><input checked="" type="checkbox"/> EMİN DEĞİLİM<br>Düşüncelerim:                                     | <i>Seri bağlanan daha geç tükenir</i>                                                          | Deney sonucunda paralel bağlı pil daha uzun süre dayandı.               |

**Şekil 3.9.** Öğrenme basamağında sorulan soruya deney öncesi ve sonrası verilen cevaplar

### 3. Mektup:

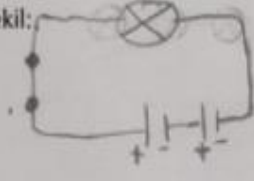
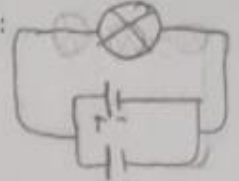
*Oyuncak Dünyası Firması Başkanlığından;*

*Değerli Mühendislerimiz,*

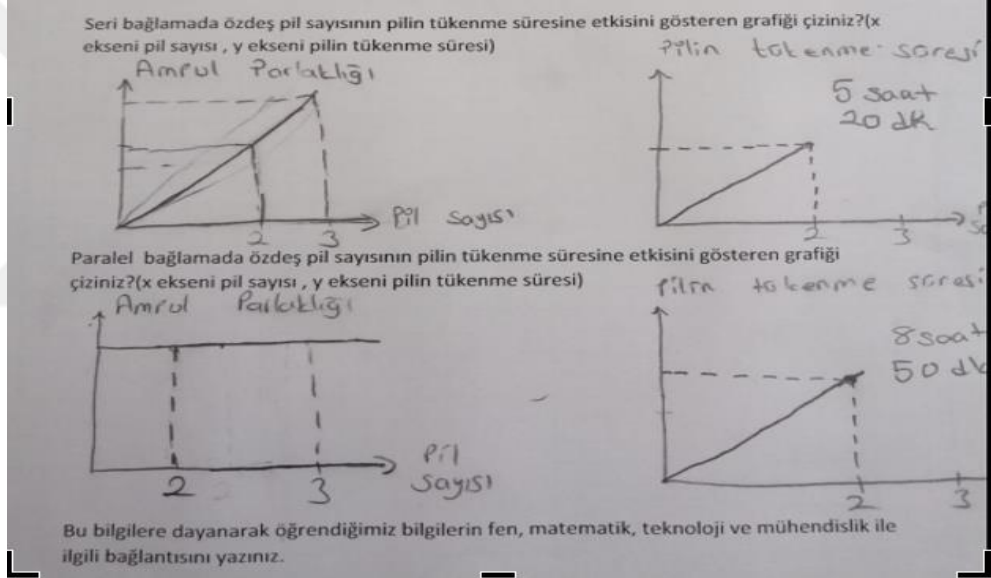
*Devreleri çok iyi hazırladınız ürün oluşturmaya adım adım yaklaşıyorsunuz. Size vereceğim yeni bir görev var. Bu görev pilleri seri ve paralel bağlayarak pillerin tükenme süresini gözlemlemeniz. Bu sebeple her mühendis grubuna eşit olarak malzeme yolladım. Kolaylıklar diliyorum.*

**Şekil 3.10.** Öğrenme basamağına yönelik mektup

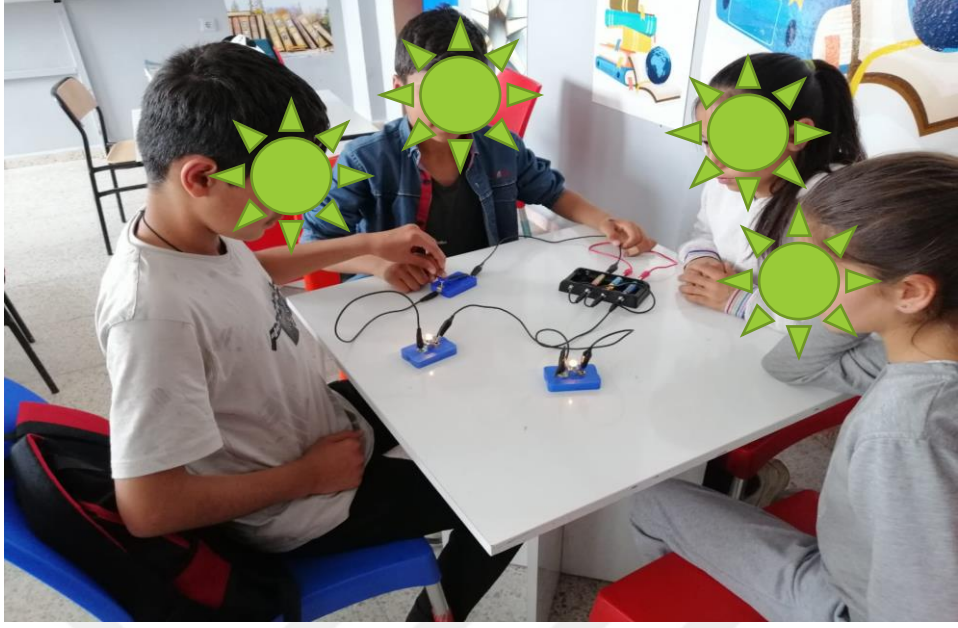
Öğrencilere eşit miktarda deney malzemesi verilip pilleri seri ve paralel bağlayarak, pillerin tükenme sürelerini gözlemlemeleri istenmiş ve gözlemler şekil 3.11’de gösterilmiştir.

| Pil sayısı                     | Seri bağlama                                                                                                                           | Paralel bağlama                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 pil 1,5 voltluk<br>kalem pil | Şekil: <br>Pilin tükenme süresi: 5 saat<br>20 dakika | Şekil: <br>Pilin tükenme süresi: 8 saat<br>50 dakika |

Şekil 3.11. Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresini gösteren gözlem sonuçları



Şekil 3.12. Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresini gösteren grafikler



**Şekil 3.13.** Öğrenme basamağında pillerin tükenme süresi ile ilgili deney

Yukarıdaki şekilde öğrencilerin kendilerine verilen deney malzemelerini kullanarak gerekli öğrenmeleri fikir alış-verişinde bulunarak sağladığı görülmektedir. Yapılan bu etkinlikler ile öğrenme basamağındaki öğrenmeler tamamlanmıştır.

**3. Planlama-Deneme Basamağı:** Öğrenme basamağından sonra geçilen planlama basamağında öğrencilere önce 4. mektup sunulmuştur.

#### 4. Mektup

Oyuncak Dünyası Firması Başkanlığından;

Değerli Mühendislerimiz,

Bir önceki tasarımlarınıza baktım. Elde ettiğiniz veriler mükemmel. Bu bilgiler doğrultusunda size gönderdiğim malzemeler ile uzun ömürlü bir oyuncak tasarlamanız gerekmektedir. Bu malzemeleri bütün mühendis grubuna eşit olarak yolladım. Hem tasarruflu hem de iyi tasarlamanız gerekmektedir. Kolaylıklar diliyorum.

**Şekil 3.14.** Planlama basamağına yönelik mektup

Öğrenciler planlama ve deneme basamağında önce kendi fikirleri ile çizim yapıp bu çizimlerinin ne işe yaradığını daha sonra grup fikri ile oluşturdukları çizimleri ve ne işe yarayacağını ifade ettikleri MND'ye yazdıkları uygulamalar aşağıda gösterilmiştir.

Bireysel tasarım fikri:

| Tasarım fikrinizi çiziniz?                                                        | Sizce neden işe yarayacak?              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | oyuncağın ömrünü<br>uzatmaya yarayacak. |

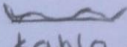
Şekil 3.15. Bireysel tasarım çizimine ait bir örnek

Grupça tasarım fikri:

| Tasarım fikrinizi çiziniz?                                                          | Sizce neden işe yarayacak?                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|  | Pilleri ve oyuncağın<br>ömrünü uzatacağı.<br>Uzun süre kullanacağım. |

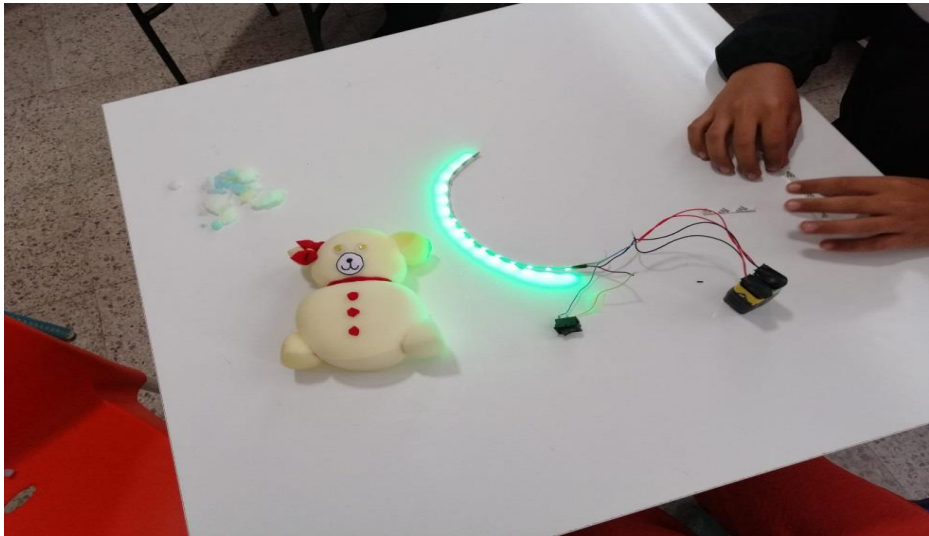
Şekil 3.16. Grup tasarım çizimine ait bir örnek

Grup olarak kararlaştırılan tasarıma ait gerekli olan malzemelerin tasarımdaki görevi ile kriter ve kısıtlamaları nasıl ne şekilde desteklediğini gösteren bilgiler MND'ye aşağıdaki gibi yazılmıştır.

| Tasarım fikri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Veri/Kanıt                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Çizimi, kullanılan malzemelerin etiketlerini ve her bir parçanın ne işe yaradığının etiketlerini içeren bir plan yapın.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Tasarım fikrinizi destekleyen öğrenilen fen ve matematiği test sonuçlarına göre belirleyin.                                                |
| <p> → ışık verme<br/>led</p> <p> → açma + kapama<br/>anahtar</p> <p> → enerji verme<br/>pil</p> <p> → elektrik akımını<br/>kablo geçirir.</p> | <p>fen = elektrik, devre kurma</p> <p>pilleri paralel bağlar-<br/>sak oyuncak daha<br/>uzun süre çalışır</p> <p>matematik: orantı-oran</p> |

**Şekil 3.17.** Tasarım fikrine yönelik malzemeler ile kriter ve kısıtlamaları destekleyen bir örnek

**5. Test Etme Basamağı:** Bu aşamada öğrenciler, tasarladıkları ürünleri test ederek elde ettikleri sonuçları analiz etmişlerdir. Ürünlerini test edip analiz verilerini toplayan öğrenciler, tasarım sürecinin karar verme basamağına geçmiştir. Aşağıdaki görselde, öğrenci gruplarından birinin tasarladığı ürüne ilişkin test etme sürecine ait bir örnek sunulmaktadır.



**Şekil 3.18.** Bir öğrenci grubuna ait test sürecine yönelik bir görsel

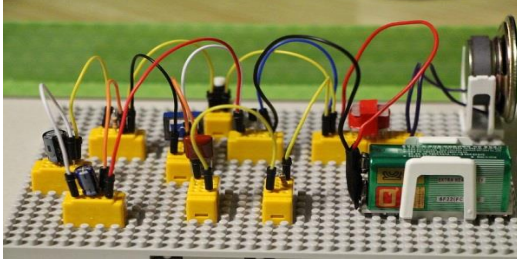
**6. Karar Verme Basamağı:** Bu aşamada öğrenciler, şirketten aldıkları geri bildirim doğrultusunda ürünlerinin belirlenen ölçüt ve kısıtlamalara uygun olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Ürünlerin bu ölçüt ve kısıtlamaları yeterince karşılamadığı durumlarda, bir hata yapılmış olabileceği ve sürecin ilgili aşamasına geri dönmeleri gerektiği vurgulanmıştır. Öğrencilerden, hatanın kaynağını belirlemeleri ve tasarımlarını yeniden gözden geçirmeleri istenmiştir. Probleme etkili bir çözüm bulan gruplara, çözüm önerilerini içeren bir poster hazırlamaları ve bunu sunmaları gerektiği ifade edilmiştir. Dersin sonunda öğrenciler, geliştirdikleri ürünlere ilişkin hazırladıkları poster sunumlarını sınıf ortamında diğer gruplarla paylaşmışlardır.

Yapılan uygulamaların sonucunda öğrenciler tasarımlarını tamamlamışlardır. Grupça yapılan deneyler ve tasarım çalışmaları Ek- 5'te verilmiştir. Tasarımdan sonra grupça yapılan posterler ise Ek- 6'da verilmiştir. Uygulama sonunda öğrencilere son test olarak eleştirel düşünme eğilimi ölçeği ve akademik başarı testi uygulanmıştır.

#### **3.4.5. Deney grubuna uygulanan argümantasyon etkinlikleri**

Yapılan uygulamada deney grubu öğrencilerine dersin öğrenme basamağında 7 tane farklı argümantasyon etkinliği uygulanmıştır. Bu etkinlikler; modellerle tartışma, kim haklı, tahmin et-gözle-açıkla (TGA), ifadeler tablosu, hikayelerle yarışan teoriler, doğru ne, argüman oluşturalım şeklindedir. Bu etkinlikler ders planına uygun olarak mühendislik tasarım sürecine entegre edilerek uygulanmıştır. Aşağıda örnek olarak 2. Etkinlik olan “Kim Haklı?” etkinliği verilmiş, etkinliklerin tamamı ise Ek- 8'de verilmiştir.

## KİM HAKLI?



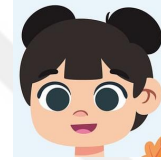
Elektrik devreleri konusunda fikir alışverişi yapan Toprak, Ruken ve Berat ampullerin bağlanma şekilleri konusunda tereddüt yaşamışlardır. Doğruyu bulmalarına yardımcı olur

Elektrik devrelerinde seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin de parlaklığı artar ancak paralel bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampul parlaklığı azalır.



**Toprak**

Bana göre seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin parlaklığı azalır; paralel bağlı devrede ise ampul sayısı arttıkça ampul parlaklığı da artar.



**Ruken**



**Berat**

Ruken bence de seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin parlaklığı azalır konusunda haklısın ancak paralel bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampulün parlaklığında bir değişim olmaz.

1. Düşüncelerini dile getiren öğrencilerden hangi öğrenci haklıdır? Neden? Grup arkadaşlarınızla tartışınız. İddianızı veri, gerekçe, desteklerle gerekçelendiriniz. Diğer iddiaların neden doğru olmadığını açıklayınız.

.....Haklıdır.

Çünkü.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- .....
- .....
2. Seri ve paralel bağlı devre şemaları çizerek ampulün parlaklıklarını her iki devre için grup arkadaşlarınızla tartışınız.

#### 3.4.6. Kontrol grubu öğrencilerine yönelik yapılan uygulama

Kontrol grubunda 7. sınıf fen bilimleri dersi Elektrik Devreleri konusu araştırmacı tarafından mevcut öğretim programına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak sürecin başında öğrencilere ön test olarak Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği ve Akademik Başarı Testi uygulanmıştır. Öğrencilere ders öncesinde konular belirtilip, derse hazırlık yapmaları istenmiştir. MEB ders kitabına bağlı kalınarak ders işlenmiş, dersle ilgili etkinlikler yapılmış ve EBA'dan da destek alınıp ders zenginleştirilerek sonlandırılmıştır. Ders süreci haftada 4 saat olup, 16 ders saati olarak dersler tamamlanmıştır. Uygulama sürecinin sonunda kontrol grubuna son test olarak Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği ve Akademik Başarı Testi tekrar uygulanmıştır.

#### 3.5. Verilerin analizi

Araştırmada elde edilen verilerin analizi istatistik paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Örneklem sayısı 50'den küçük olduğundan verilerin normallik dağılımını test etmek adına Shapiro-Wilk testinden yararlanılmıştır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004). 20 kişiden oluşan deney grubu ve 20 kişiden oluşan kontrol grubu sınıfları için yapılan ön test ve son test verilerinin dağılımına bakmak için normallik testi yapılmıştır. Aşağıda sırasıyla ölçeklere yönelik analiz değerleri açıklanmıştır.

Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği (EDEÖ): EDEÖ süreç içerisinde deney ve kontrol grubu olarak seçilen iki gruba da ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Veri analizi sonucunda ulaşılan değerler Tablo 3.4'te verilmiştir.

**Tablo 3.5.1.** Eleştirel düşünme eğilimi ölçeği betimsel istatistik sonuçları

|                      | Test    | N  | $\bar{X}$ | ss    | Medyan | Mod   | Çarpıklık | Basıklık | Shapiro-Wilk (Sig.) |
|----------------------|---------|----|-----------|-------|--------|-------|-----------|----------|---------------------|
| <b>Kontrol Grubu</b> | Ön Test | 20 | 3,325     | 0,733 | 3,326  | 3,350 | -0,346    | 0,471    | 0,540               |

|                    |          |    |       |       |       |       |        |        |       |
|--------------------|----------|----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
|                    | Son Test | 20 | 3,570 | 0,629 | 3,480 | 3,000 | -0,330 | 0,992  | 0,462 |
| <b>Deney Grubu</b> | Ön Test  | 20 | 3,690 | 0,408 | 3,690 | 4,000 | 0,512  | -0,202 | 0,987 |
|                    | Son Test | 20 | 3,950 | 0,516 | 3,820 | 3,730 | 0,615  | -0,403 | 0,160 |

Tablo 3.4'te gösterilen veriler dikkate alındığında deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimi ölçeğinden almış oldukları ön test ve son test puanlarına ait mod, medyan ve aritmetik ortalama değerlerinin birbirlerine uzak değerler olmadığı görülmektedir. Normal dağılım ölçütü göstergesi olan Shapiro-Wilk (W) anlamlılık düzeyinin  $p>0,05$  olması sebebiyle kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi ölçeğine ait ön test ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Normallik dağılımının başka bir göstergesi olan basıklık ve çarpıklık değerleri -1,5 ile +1,5 değerleri arasında bir değer olduğunda bu değer normal olarak kabul edilmektedir (Kalaycı, 2010).

Akademik Başarı Testi (ABT): ABT süreç içerisinde deney ve kontrol grubu olarak seçilen her iki grupta da ön test ve son test olmak üzere uygulanmıştır. Veri analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar Tablo 3.5'te verilmiştir.

**Tablo 3.5.2.** Akademik başarı testi betimsel istatistik sonuçları

|                      | Test     | N  | $\bar{X}$ | ss     | Medyan | Mod   | Çarpıklık | Basıklık | Shapiro-Wilk (Sig.) |
|----------------------|----------|----|-----------|--------|--------|-------|-----------|----------|---------------------|
| <b>Kontrol Grubu</b> | Ön Test  | 20 | 36,50     | 16,780 | 35,00  | 30,00 | 1,110     | 2,787    | 0,066               |
|                      | Son Test | 20 | 52,25     | 18,742 | 50,00  | 30,00 | 0,727     | -0,082   | 0,098               |
| <b>Deney Grubu</b>   | Ön Test  | 20 | 43,50     | 12,150 | 42,50  | 40,00 | -0,149    | -0,686   | 0,796               |
|                      | Son Test | 20 | 66,75     | 15,328 | 65,00  | 65,00 | 0,131     | -0,756   | 0,912               |

Tablo 3.5'te gösterilen veriler dikkate alındığında deney grubunda bulunan öğrencilerin akademik başarı testinin ön test ve son test puanlarına ait mod, medyan ve aritmetik ortalama değerlerinin birbirlerine uzak değerler olmadığı görülmektedir. Normal dağılım ölçütü göstergesi olan Shapiro-Wilk (W) anlamlılık düzeyinin  $p>0,05$  olması sebebiyle kontrol ve deney grubu öğrencilerinin akademik başarı testine ait ön test ve son test puanları normal dağılım göstermektedir. Normallik dağılımının başka

bir göstergesi olan basıklık ve çarpıklık değerleri -1,5 ile +1,5 değerleri arasında bir değer olduğunda bu değer normal olarak kabul edilmektedir (Kalaycı, 2010). EDEÖ ve ABT'den elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi sonucunda verilerin analizinde parametrik testlerden olan bağımsız t-testi ve bağımlı t-testi kullanılmıştır.



#### 4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin Elektrik Devreleri konusunda eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisini incelemek için uygulanan test ve ölçeklerin analiz bulgularına yer verilmiştir.

##### 4.1. Birinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın birinci alt problemini “*Deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız gruplar için t-testi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

**Tablo 4.1.** EDEÖ ölçeğinin ön testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları

|         | Grup    | N  | X     | SS    | Sd | t     | p     |
|---------|---------|----|-------|-------|----|-------|-------|
| Ön Test | Kontrol | 20 | 3,325 | 0,733 |    |       |       |
|         | Deney   | 20 | 3,690 | 0,408 | 38 | 1,946 | 0,059 |

Tablo 4.1’de yer alan veriler incelendiğinde, kontrol grubunun ön test puan ortalaması ( $x=3,325$ ) ile deney grubunun ön test puan ortalaması ( $x=3,690$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir ( $t=1,946$ ;  $p>0,05$ ). Bu durum, deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerileri bakımından benzer düzeyde olduğunu düşündürmektedir.

##### 4.2. İkinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemini “*Deney grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığını belirleyebilmek için ilişkili (bağımlı) örneklem testi kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2.** Deney grubunun EDEÖ ölçeğinin ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları

|       | Grup     | N  | X     | SS    | Sd | t      | p     |
|-------|----------|----|-------|-------|----|--------|-------|
| Deney | Ön Test  | 20 | 3,690 | 0,408 | 19 | -2,198 | 0,041 |
| Grubu | Son Test | 20 | 3,950 | 0,516 |    |        |       |

Tablo 4.2’deki veriler incelendiğinde, deney grubunun ön test puan ortalaması ( $x=3,690$ ) ile son test puan ortalaması ( $x=3,950$ ) arasında son test lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $t=-2,198$ ;  $p<0,05$ ). Bu bulgu, STEM eğitimi yaklaşımına dayalı öğrenmenin uygulandığı grupta 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılabilir.

#### 4.3. Üçüncü alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemini “*Kontrol grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney grubunun eleştirel düşünme becerisi ön test ve son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığını belirleyebilmek için ilişkili (bağımlı) örneklem testi kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.3’te verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Kontrol grubunun EDEÖ ölçeğinin ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları

|         | Grup     | N  | X     | SS    | Sd | t      | p     |
|---------|----------|----|-------|-------|----|--------|-------|
| Kontrol | Ön Test  | 20 | 3,325 | 0,733 | 19 | -1,659 | 0,114 |
| Grubu   | Son Test | 20 | 3,570 | 0,629 |    |        |       |

Tablo 4.3’te yer alan verilere göre, kontrol grubunun ön test puan ortalaması ( $x=3,325$ ) ile son test puan ortalaması ( $x=3,570$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür ( $t=-1,659$ ;  $p>0,05$ ). Bu bulgu kontrol grubunun

eleştirel düşünme becerisinde anlamlı bir değişiklik gözlenmediği sonucuna ulaşılabilir.

#### 4.4. Dördüncü alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemini “*Deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi son testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi son testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız gruplar için t-testi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

**Tablo 4.4.** EDEÖ ölçeğinin son testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları

|      | Grup    | N  | X     | SS    | Sd | t     | p     | $\eta^2$ |
|------|---------|----|-------|-------|----|-------|-------|----------|
| Son  | Kontrol | 20 | 3,570 | 0,629 | 38 | 2,136 | 0,039 | 0,327    |
| Test | Deney   | 20 | 3,950 | 0,516 |    |       |       |          |

Tablo 4.4'teki veriler incelendiğinde, kontrol grubunun son test puan ortalaması ( $x=3,570$ ) ile deney grubunun son test puan ortalaması ( $x=3,950$ ) arasında, deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ( $t=2,136$ ;  $p<0,05$ ). Bu bulgu STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda uygulanan yöntemin, kontrol grubuna göre etkililiğinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılabilir. Buna ek olarak, grup değişkenine ilişkin hesaplanan etki büyüklüğü (eta kare) değeri ( $\eta^2=0,327$ ), grup değişkeninin eğilim ölçek puanları üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğunu göstermektedir.

#### 4.5. Beşinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemini “*Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi ön test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız gruplar için t-testi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

**Tablo 4.5.** Akademik başarı testi ön testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları

|         | Grup    | N  | X     | SS     | Sd | t     | p     |
|---------|---------|----|-------|--------|----|-------|-------|
| Ön Test | Kontrol | 20 | 36,50 | 16,780 | 38 | 1,511 | 0,139 |
|         | Deney   | 20 | 43,50 | 12,150 |    |       |       |

Tablo 4.5'te yer alan veriler incelendiğinde, kontrol grubunun ön test puan ortalaması ( $x=36,50$ ) ile deney grubunun ön test puan ortalaması ( $x=43,50$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $t=1,511$ ;  $p>0,05$ ). Bu bulgu, deney ve kontrol gruplarının elektrik konusundaki test otalamaları farklı olduğu görülse de akademik başarı düzeylerinin benzer olduğunu görülmektedir.

#### 4.6. Altıncı alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemini “Deney grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığını belirleyebilmek için ilişkili (bağımlı) örneklem testi kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.6’da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Deney grubunun akademik başarı ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları

|       | Grup     | N  | X     | SS     | Sd | t      | p     |
|-------|----------|----|-------|--------|----|--------|-------|
| Deney | Ön Test  | 20 | 43,50 | 12,150 | 19 | -7,066 | 0,001 |
| Grubu | Son Test | 20 | 66,75 | 15,328 |    |        |       |

Tablo 4.6’daki veriler incelendiğinde, deney grubunun ön test puan ortalaması ( $x=43,50$ ) ile son test puan ortalaması ( $x=66,75$ ) arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir ( $t= -7,066$ ;  $p<0,05$ ). ). Bu bulgu STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda uygulanan yöntemin, kontrol grubuna göre akademik başarıyı daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılabilir.

#### 4.7. Yedinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın yedinci alt problemini “*Kontrol grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla kontrol grubunun akademik başarı ön test ve son test ortalama puanları arasındaki farkın anlamlılığını belirleyebilmek için ilişkili (bağımlı) örneklem testi kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.7’de verilmiştir.

**Tablo 4.7.** Kontrol grubunun akademik başarı ön ve son testinden almış oldukları puanların bağımlı t-testi sonuçları

|         | Grup     | N  | X     | SS     | Sd | t      | p     |
|---------|----------|----|-------|--------|----|--------|-------|
| Kontrol | Ön Test  | 20 | 36,50 | 16,780 | 19 | -3,959 | 0,001 |
| Grubu   | Son Test | 20 | 52,25 | 18,742 |    |        |       |

Tablo 4.7’de yer alan veriler değerlendirildiğinde, kontrol grubunun ön test puan ortalaması ( $x=36,50$ ) ile son test puan ortalaması ( $x=52,25$ ) arasında, son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır ( $t=-3,959$ ;  $p<0,05$ ). Bu bulgu kontrol grubunda yapılan çalışmaların öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşılabilir.

#### 4.8. Sekizinci alt probleme ilişkin elde edilen bulgular

Araştırmanın sekizinci alt problemini “*Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı testi son test ortalama puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?*” sorusu oluşturmaktadır. Bu amaçla deney ve kontrol gruplarının akademik başarı son testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirleyebilmek için bağımsız gruplar için t-testi yapılmış ve analiz sonuçlarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

**Tablo 4.8.** Akademik başarı testi son testinden almış oldukları puanların bağımsız t-testi sonuçları

|      | <b>Grup</b> | <b>N</b> | <b>X</b> | <b>SS</b> | <b>Sd</b> | <b>t</b> | <b>p</b> | <b><math>\eta^2</math></b> |
|------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------------------------|
| Son  | Kontrol     | 20       | 52,25    | 18,742    | 38        | 2,678    | 0,011    | 0,398                      |
| Test | Deney       | 20       | 66,75    | 15,325    |           |          |          |                            |

Tablo 4.8'deki veriler incelendiğinde, kontrol grubunun son test puan ortalaması ( $x=52,25$ ) ile deney grubunun son test puan ortalaması ( $x=66,75$ ) arasında, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $t=2,678$ ;  $p<0,05$ ). Bu bulgu STEM eğitimi yaklaşımının kullanıldığı deney grubunda uygulanan yöntemin, kontrol grubuna göre akademik başarıyı daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşılabilir. Ayrıca, grup değişkeni için hesaplanan etki büyüklüğü (eta kare) değeri ( $\eta^2=0,398$ ), bu değişkenin başarı testi puanları üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğunu göstermektedir.

## 5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, araştırma sürecinde edinilen bulgular ilgili alanyazın dahilinde tartışılmış ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak gelecekte gerçekleştirilebilecek araştırmalar için öneriler sunulmuştur.

### 5.1. Eleştirel Düşünmeye İlişkin Tartışma ve Sonuç

Araştırmada, deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Argümantasyon destekli STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerileri ön test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığına yönelik alanyazında yapılan çalışmalar bu araştırmayı desteklemektedir. Örneğin, Gülseven (2021) tarafından 7. sınıfta eğitim gören öğrencilerle yapılan araştırmada, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Kuvvet ve Enerji” konusundaki önceden sahip oldukları bilgiler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ayrım bulunmadığı saptanmıştır. Gülen (2016) tarafından aynı düzeyde eğitim gören öğrencilerle yapılan çalışmada deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Çok disiplinli yaklaşımların entegrasyonu” konusundaki ön bilgileri arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Demirel'in (2021) araştırmasında, 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada, deney ve kontrol gruplarının argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamaları konusundaki ön bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Uygulama sonrası yapılan EDEÖ son testi ortalama puanları arasında anlamlı bir farkın deney grubu lehine olduğu bulunmuştur. Argümantasyon destekli STEM eğitiminin eleştirel düşünme becerilerini artırdığına yönelik literatürde yapılan çalışmalar da bu araştırmayı desteklemektedir. Örneğin, Kavcı (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, deney grubundaki öğrencilerin “İnsan ve Çevre”, “Basit Elektrik Devreleri” ile “Aydınlatma ve Ses Teknolojisi” konularına ilişkin ön test ve son test sonuçları karşılaştırıldığında, analizler anlamlı bir farklılık ortaya koymuştur. Ayrıca, son test sonuçları incelendiğinde, deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirlenmiştir. Ekici (2022) tarafından yapılan 7. sınıfta eğitim gören öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmada, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin argümantasyon tabanlı bilim öğrenme destekli STEM eğitimi konusundaki son test sonuçlarına göre, deney grubunun lehine anlamlı

bir fark olduğu görülmüştür. Uçar (2019) tarafından yapılan 7. sınıfta eğitim gören öğrencilerle yapılan çalışmada, deney grubu öğrencilerine “Güneş Sistemi ve Ötesi” konusu hakkında yapılmış olan ön test ve son test sonuçları dikkate alındığında son test lehine anlamlı farkın olduğu görülmüştür. Kontrol grubu öğrencilerine “Güneş Sistemi ve Ötesi” konusu hakkında yapılmış olan ön test ve son test sonuçlarına bakıldığında son test lehine anlamlı fark olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarına yapılan son testler göz önüne alındığında ise gerçekleşen artışın anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak Topsakal (2018) yaptığı çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin pozitif yönde etkilendiğini tespit etmiştir. Yavuz (2019) tarafından yapılan çalışmada da STEM destekli uygulamalarla gerçekleştirilen fen bilimleri derslerinin 4. sınıfta eğitim alan öğrencilerin eleştirel düşünme becerisini olumlu anlamda etkilediği sonucuna varmıştır.

Son olarak, argümantasyon destekli STEM eğitimi etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini genel olarak olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bybee’nin (2010) STEM eğitiminin eğitim sistemine entegre edilmesinin, öğrencilerin yaratıcılık, üretkenlik ve 21. yüzyıl becerileriyle donatılmış bireyler olarak yetişmelerine olanak sağlayacağını ifade ettiği görülmektedir. Yıldırım ve Altun (2015), STEM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık ve eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağladığını ileri sürmektedir.

## **5.2. Akademik Başarıya İlişkin Tartışma ve Sonuç**

Araştırmada, deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ön testi ortalama puanları arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Alanyazına bakıldığında benzer çalışmalar mevcuttur. Örneğin, Uçar (2019) tarafından yapılan 7. sınıfta eğitim gören öğrencilerle yapılan çalışmada, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin “Güneş Sistemi ve Ötesi” konusu hakkında ön bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Demirel’in (2021) araştırmasında, 7. sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada, deney ve kontrol gruplarının argümantasyon destekli tasarım temelli mühendislik uygulamaları konusundaki ön bilgileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı son testi ortalama puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Alanyazında STEM uygulamalarının akademik başarı üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koyan çalışmalara rastlanmaktadır. Akkaya (2019), çalışmasında 6. sınıf öğrencilerine yönelik “Kuvvet ve Hareket” ünitesine ilişkin STEM etkinliklerinin ders başarısı ve tutum üzerindeki etkisini incelemiştir. Ayrıca öğrencilerin STEM etkinliklerine dair görüşlerinin de alındığı araştırmanın sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin akademik başarılarında artış gözlemlendiği ifade edilmiştir. Ozan ve Sağır (2020), gerçekleştirdikleri çalışmada STEM tabanlı etkinliklerle yürütülen derslerin, 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve STEM'e yönelik tutumları üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma sonucunda, uygulamanın öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucuna varılmıştır. Özasan (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, fen dersinde “Işığın Kırılması ve Mercekler” konularında STEM yaklaşımının kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, STEM yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı ortaya koyulmuştur. Kurtuluş ve Yılmaz (2023) tarafından yürütülen çalışmada, argümantasyon ve otantik öğrenme temelli STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda, uygulamaya katılan öğrencilerin akademik başarılarının arttığı belirlenmiştir.

Alanyazın incelendiğinde ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, STEM eğitimi yaklaşımı ve beraberinde kullanılan etkinliklerin genel olarak akademik başarı üzerinde olumlu bir katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

### 5.3. Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda ileride yapılması planlan araştırmalar için öneriler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

- Argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımının fen eğitiminin başka konularında da uygulanması önerilmektedir.
- Çalışmada araç-gereçlerin temini noktasında yaşanabilecek aksaklıkların giderilmesi amacıyla önceden hazırlık yapılması ve araç gereçlerin çalışır durumda olup olmadıklarının kontrolünün uygulamadan önce yapılması önerilmektedir.

- Argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımının ortaokulda eğitim gören öğrencilerin karar verme becerileri, yaratıcılık becerileri ve öğrenilmiş olan bilgilerinin kalıcılığı gibi farklı değişkenler üzerinde etkisini belirleyici çalışmalar yapılması önerilmektedir.
- Farklı örneklem grupları ile çalışmaların yapılması önerilmektedir
- STEM uygulamalarına yönelik yapılan çalışmalarda etkinliklerin yoğun olması sebebiyle uygulama için ayrılan sürenin arttırılarak daha verimli araştırmaların gerçekleştirilebileceği önerilmektedir.
- Öğretmenlerin mesleki gelişim programlarına ve zümre çalışmalarına STEM, argümantasyon, 21. yüzyıl yaşam becerileri ile öğretim modelleri gibi alanlar dahil edilerek, argümantasyon destekli STEM eğitimi yaklaşımı doğrultusunda ortak uygulamaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akarsu, M., Okur Akçay, N., & Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). STEM eğitimi Türkiye raporu. İstanbul: Scala Basım.
- Akgündüz, D. (2018). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. D. Akgündüz (Ed.), *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi* Anı Yayıncılık, Ankara.
- Akgül, A., Uçar, M. K., Öztürk, M. M. & Ekşi, Z. (2013). Mühendislik eğitiminin iyileştirilmesine yönelik öneriler, geleceğin mühendisleri ve işgücü analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 14-18.
- Akgündüz, D., Ertepinar H., Ger M. A., Kaplan Sayı A., ve Türk Z., (2015). STEM Eğitimi Çalıştay Raporu Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme. İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi ve Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- 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.
- Aktamış, H., ve Atmaca, A. C. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon tabanlı öğrenme yaklaşımına yönelik görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(58), 936-947.
- Aktaş, A. T. (2019). STEM uygulamalarının sınıf öğretmeni adaylarının öz yeterlik inançlarına, STEM farkındalıklarına ve sorgulama becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Akyol, E. B. (2020). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi. Doktora tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Alkhabra, Y.A., Ibrahim, U. M. and Alkhabra, S. A. (2023). Augmented reality technology in enhancing learning retention and critical thinking according to STEAM program. Palgrave Communications, *Palgrave Macmillan*, 10(1), 1-10,
- Altaş, S. (2018). STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş.
- Amgoud, L., and Ben-Naim, J. (2018). Evaluation of arguments in weighted bipolar graphs. *International Journal of Approximate Reasoning*, 99, 39-55.
- Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z. ve Yaşar, S.( 2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40,160-175.
- Asunda, P. A. (2012). Standards for technological literacy and STEM education delivery through careerand technical education programs. *Journal of Technology Education*, 23 (2), 44-60.
- Bakır, T. (2022). Ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri ile üstbilişsel farkındalıkları arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Estitüsü. Afyonkarahisar.
- Baran. E., Canbazoğlu-Bilici, S., ve 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. and 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.

- Bebek, G. (2021). Özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerisine etkisi: Yenilenebilir enerji kaynakları konusu örneği. Doktora Tezi, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Trabzon.
- Brunsell, E. (Ed.). (2012). *Integrating engineering and science in your classroom*. NSTA press.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Pegem Akademi, Ankara.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996.
- Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms. *Science Teacher*, 78(9), 34-40.
- Bybee, R. (2013). The case of STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, VA: NSTA Press.
- Can, K. ve Uluçınar Sağır, Ş. 2018. Sınıf öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FeTeMM) uygulamalarına ilişkin görüşleri. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11, 62-83.
- Çorlu, M. A., and Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated stem projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*.4(1), 20-29.
- Çorlu, MS (2013). STEM eğitimi uygulamasına ilişkin görüşler: Ders müfredatı için bir değerlendirme şeması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2477-2485.
- Dede, C. (2010). Comparing frameworks for 21st century skills. *21st century skills: Rethinking how students learn*, 20(2010), 51-76.
- Değirmenci, S. (2020). STEM eğitimi almış öğretmenlerin stem öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitimi Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Demircioğlu, T., ve Uçar, S. (2014). Akkuyu nükleer santrali konusunda üretilen yazılı argümanların incelenmesi. *Ilkogretim Online*, 13(4), 13.
- Demirel, R. (2021). Işık konusunun argümantasyon destekli tasarım temelli fen ve mühendislik uygulamaları ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin 21. yüzyıl yaşam becerileri ve öğrenme ürünlerine etkisi. Doktora tezi, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aksaray.
- Dönmez, İ., Gülen, S., Ayaz, M. (2021) Impact of Argumentation-Based STEM Activities on Ongoing STEM Motivation. *Journal for STEM Education Research* 5(1),78–101.
- Driver, R., Newton, P. and Osborne, J. (2000) Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Dutoğlu, G. ve Tuncel, M. (2008). Aday öğretmenlerin eleştirel düşünme eğilimleri ile duygusal zeka düzeyleri arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 11-32.
- Ekici, F. (2022). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıkları, STEM görüşleri ve STEM odaklı argümantasyon becerilerinin incelenmesi Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Elmas, R. ve Adıgüzel-Ulutaş, M. (2022). STEM eğitimi yaklaşımı. M. Akarsu, N. Okur-Akçay ve R. Elmas. (Editörler). *STEM Eğitimi Yaklaşımı*. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory into practice*, 32(3), 179-186.
- Ercan, S. (2014). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Ertay Kılıç, H. ve Ően, A. İ. (2014). UF/EMI eleřtirel dűőünme eęilimi ۆlçeęini tűrkçeye uyarlama alıőması. *Eęitim ve Bilim*, 39(176), 1-12.
- Evcim, İ. (2021). Fen bilimleri dersinde STEM entegrasyonuyla kuvvet ve enerji ۆnitesinin geliřtirilerek, ۆęrencilerin eleřtirel dűőünme becerilerine ve giriřimcilik yeterliliklerine etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik ۆniversitesi Fen Bilimleri Enstitűőü. İstanbul.
- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction - Executive Summary “The Delphi Report”*. <https://philarchive.org/archive/faccta>
- Gelen, İ. (2017). P21-Program ve ۆęretimde 21. yűzyıl beceri ereveleri (ABD Uygulamaları). *Disiplinlerarası Eęitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 15-29.
- Gencer, A.S. and Doęan, H. (2020). The Assessment of the Fifth-Grade Students’ Science Critical Thinking Skills through Design-Based STEM Education. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(4), 690-714
- Giri, V. and Paily, M. U. (2020). Effect of Scientific Argumentation on the Development of Critical Thinking, 29(1), 673–690
- Godat, R. & Tsybulsky, D.(2023). Digital Curation as a Pedagogical Approach to Promote Critical Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 32,814–823.
- Gۆkbayrak, S. ve Karıřan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi ۆęretmen adaylarının bilimsel sűre becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eęitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Guzey, S. S. Moore, T. J. & Harwell, M. (2016). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 6(1), 2157-9288.

- Güççük Kurga, H. (2021). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Eğilimlerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Gülen, S. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik ve matematik disiplinlerine dayalı argümantasyon destekli fen öğrenme yaklaşımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi. Doktora Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gülen, S. (2018). STEM Bütünleşik Argümantasyon Temelli Fen Öğrenme Yaklaşımının Günlük Hayat Problemlerini Çözmedeki Etkisinin Belirlenmesi. *World Journal on Education Technology: Güncel Sayılar*, 10 (4), 95-114.
- Gülen, S. ve Yaman, S. (2018). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM gözlemi ATBÖ algılama algılaması. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8 (15), 1293-1322.
- Gülseven, E., Tüysüz, M., ve Tozlu, İ. (2021). Argümantasyon temelli Fetemm eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik akademik başarılarına, tutumlarına ve argümantasyon seviyelerine etkisi. *Başkent Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 8 (2), 315-333.
- Ha, V.T.; Chung, L.H.; Hanh, N.V.; Hai, B.M.(2023). Teaching Science Using Argumentation-Supported 5E-STEM, 5E-STEM, and Conventional Didactic Methods: Differences in the Learning Outcomes of Middle School Students. *Educ. Sci.* 13(3), 247.
- Hiğde, E. ve Aktamış, H. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarının argümantasyon temelli fen derslerinin incelenmesi: durum çalışması. *Elementary Education Online*, 16(1), 89-113.
- Johnson, J., Macalalag Jr, A. Z., & Dunphy, J. (2020). Incorporating socioscientific issues into a STEM education course: exploring teacher use of argumentation in SSI and plans for classroom implementation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1), 9.

- Jimenez-Aleixandre, M. P., ve Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: an overview. *Argumentation in Science Education*, 7, 3-28.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri*. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.
- Karataş, F. Ö. (2017). Eğitimde geleneksel anlayışa yeni bir STEM (Ed. S. Çepni). *Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi*. Pegem Akademi, Ankara.
- Karcı, M. (2018). STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (STÖY) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana
- Kavcı, G. (2023). Argümantasyon destekli stem etkinliklerinin ilkökul öğrencilerinin stem tutum, eleştirel düşünme ve temel becerileri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- Kesidou, S., and Roseman, J. (2002). How well do middle school science programs measure up? Findings from Project 2061's curriculum review. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 522-549.
- Kurtuluş, M. A. (2023). Argümantasyon ve otantik öğrenme tabanlı stem uygulamalarının 21. yüzyıl becerilerine ve akademik başarıya etkisi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Lemke, J. L. (2002). Travels in hypermodality. *Visual communication*, 1(3), 299-325.
- 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.
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W., Guzey, S. S., ve Moore, T. J. (2016). Students' use of evidence-based reasoning in K-12 engineering: A case study (fundamental). In *2016 ASEE Annual Conference & Exposition*, 15-22.
- MEB (2005). İlköğretim fen ve teknoloji dersi 4. ve 5. sınıflar öğretim programları. Ankara.

- MEB (2013). İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Ankara
- MEB 2016. STEM eğitimi raporu. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEĞİTEK).
- MEB (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara.
- MEB (2024). Türkiye yüzyılı maarif modeli öğretim programları ortak metni.
- Moore, T. J., Mathis, C. A., Guzey, S. S., Glancy, A. W., & Siverling, E. A. (2014, October). STEM integration in the middle grades: A case study of teacher implementation. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings (pp. 1-8). IEEE.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES
- Mcmillan, J.H. and Schumacher, S. (2010). Research in Education: Evidence-Based Inquiry, MyEducationLab Series. Pearson.
- 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) (2012). A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: The National Academic Press.
- Nosich, G. M. (2018). *Disiplinlerarası eleştirel düşünme rehberi*. (B. Aybek, Cev.). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Ozan, F. ve Uluçınar Sağır, Ş. (2020). FeTeMM uygulamalarının kuvvetin ölçülmesi ünitesinde başarı ve FeTeMM'e yönelik tutuma etkisi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 260–275.
- 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, Malatya.

- Öztermiyeci, E. (2019). Türkiye’de ulusal program ve uluslararası bakalorya programı öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ilişkin algıları. Maltepe üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, S. C. (2018) STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzincan.
- Paul, R. W. and Elder, L. (2016). Kritik düşünce: Yaşamınızın ve öğrenmenizin sorumluluğunu üstlenmek için araçlar (A. E. Aslan & G. Sart Cev. Ed.). Nobel Yayınları, Ankara.
- Putra, P.D.A. , Sulaeman, N.F., Supeno and Wahyuni, S.(2021). Exploring Students' Critical Thinking Skills Using the Engineering Design Process in a Physics Classroom. *The Asia-pasific Education Researcher*, 32, 141–149.
- Rieke, R.D. ve M. O. Sillars (1984). Argumentation and the decision making process (2nd Ed.). New York: Harpers.
- Rizki, A.I. & Suprpto, N. (2024). Project-Oriented Problem-Based Learning Through SR-STEM to Foster Students’ Critical Thinking Skills in Renewable Energy Material. *Journal of Science Education and Technology*, 33(4), 1-16.
- Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. 25.03.2018 tarihinde <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86478&v=5409fe8e> adresinden alınmıştır.
- Roehrig, G.H., Moore, T. J., Wang, H. H. and Park, M. S. (2012). Is adding the e enough?: investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education. STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sarioğlu, G. (2022). Astronomi dersine yönelik bilimsel akıl yürütme stillerine uygun STEM ve argümantasyon etkinlikleri geliştirme ve etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına, akıl yürütme ve argümantasyon

- becerilerine etkisi Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Seferoğlu, S. S., ve Akbıyık, C. (2006). Eleştirel düşünme ve öğretimi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(30), 193-200.
- Smyrniou, Z., Petropoulou, E., & Sotiriou, M. (2015). Applying argumentation approach in STEM education: A case study of the European student parliaments project in Greece. *American Journal of Educational Research*, 3(12), 1618-1628.
- Stephan, M., Pugalee, D., Cline, J., & Cline, C. (2018). Lesson imaging math+science. (M. Çevik ve C. Abdioğlu, Çev.) Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Şahin, A., Ayar, MC ve Adıgüzel, T. (2014). STEM ile ilgili okul sonrası program etkinlikleri ve öğrenci öğrenmesiyle ilgili sonuçlar. *Eğitim Bilimleri: Teori ve Uygulama*, 14 (1), s. 309-322.
- Şimşek, V. (2022). STEM eğitimi uygulamalarının okul öncesi dönemde yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Alaaddin Keykubat Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Alanya.
- Tekin, H. (2003). Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme. Yargı Yayınevi, Ankara.
- Tekin, S. (2020). Mühendislik temelli robotik uygulamalarını içeren STEM eğitiminin eleştirel düşünme ve mesleki tercihlerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzincan.
- Topsakal, İ. (2018). Probleme dayalı STEM eğitiminin öğrencilerin öğrenme iklimlerine, eleştirel düşünme eğilimlerine, problem çözme becerilerine ilişkin algılarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erzincan.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. New York: Cambridge University Press, s. 286-300.
- Toulmin S., Rieke R., Janik A., An Introduction to Reasoning, 2nd edition, Macmillan, New York, 1984, s. 48-55.

- Tümkaya, S. ve Aybek, D. (2008). Üniversite ğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerinin sosyo demografik özellikler açısından incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (2), 387-402.
- Uçar, R. (2019). Argmantasyonla zenginleştirilmiş kök nesnelerin 7. sınıf ğrencilerinin güneş sistemi ve ötesi`` ünitesindeki akademik başarılarına, astronomiye yönelik tutumlarına, eleştirel düşünmeyi tercih etmeyene ve STEM kariyer ilgilerine etkisi. Yüksek Lisans tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Uşt, H. (2019). İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf ğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması. Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf ğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına STEM etkinliklerinin etkisi. *GEFAD / GUJGEF*, 34(2), 249-265.
- Yavuz, . (2019). İlkokul fen bilimleri derslerinin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) etkinlikleri ile yürütülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan, S. (2004). Spss Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(8), s.807-838.
- Yeşildağ, F., Gner, ., Kutru, Ç., Hasançelebi, M. (2021). Impact of Stem Integrated Argumentation-Based Inquiry Applications on Students ' Academic Success, Reflective Thinking and Creative Thinking Skills. *Participatory Educational Research (PER)* 8(4), 274-296.

- Yıldırım, B. (2018). Teoriden pratiğe STEM eğitimi uygulama kitabı. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28–40.
- Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). Sınıf aday öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Eğitim Dergisi* 8(2), 206-208.
- Yıldırım, B. & Turk, C. (2018). The effectiveness of argumentation-assisted STEM practices. *Cypriot Journal of Educational Science*. 13(3), 259–274.
- Yıldırım, F.A.(2024) Çevre Temalı Animasyon Filmlerinin Ortaokul Öğrencilerinin İnsan ve Çevre Ünitesindeki Öğrenmelerine, Çevreye Yönelik Tutumlarına ve Eleştirel Düşünmelerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, H. İ., (2009). Eleştirel düşünmeye dayalı fen eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi.(Yayınlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yılmaz Özcan, N. (2019). Argümantasyon Temelli Sosyal Bilgiler Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarı, Tutum ve Eleştirel Düşünme Becerisine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Ordu.
- 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.
- Zhou, K. Z.,and Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 31(5), 547-561.
- Zohar, A. ve Nemet, F. (2002). İnsan genetiğindeki ikilemler yoluyla öğrencilerin bilgi ve tartışma becerilerini geliştirmek. *Journal of Research in Science Teaching: The National Association for Research in Science Teaching*, 39 (1), 35-62.

## EKLER

### EK 1. Araştırma Uygulama İzni ve Etik Kurul İzni



T.C.  
AĞRI VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-78971437-605.01-97050140  
Konu : Araştırma Uygulama İzni  
(Kenan CENGİZ)

20.02.2024

#### DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : Valilik Makamının 14/02/2024 tarihli ve E-78971437-20-96648549 sayılı onay 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 Kenan CENGİZ'in "Argümantasyon Destekli STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşüncelerine ve Akademik Başarılarına Etkisi" konulu tez çalışmasının belirtilen okullarda uygulanması hususunda olur yazısı ekte sunulmuştur. Denetimi okul müdürlüklerince yapılmak üzere gerekli kolaylıkların sağlanması hususunda;

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Hasan KÖKREK  
Vali a.  
İl Millî Eğitim Müdürü

#### EK;

- Valilik Onay Yazısı
- İlgide Kayıtlı Yazı ve Ekleri

#### Dağıtım;

#### Gereği;

- 7 İlçe Kaymakamlığı (İlçe MEM)
- Merkez İlçe Tüm Ortaokul Müdürlükleri

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.  
Adres : İl Millî Eğitim Müdürlüğü Merkez/Ağrı Ar-Ge Birimi Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>  
Telefon No : 0 (472) 280 94 42 Bilgi için: Nesim ZARİÇ  
E-Posta: Unvan : Öğretmen  
Kep Adı Internet Adresi: <https://agri.meb.gov.tr/www/iletisim.php>  
Faks: 4722809450  
Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden 6268-a520-3989-bf0c-a70f kodu ile teyit edilebilir.



## EK 2. Etik Kurul İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 28.04.2023-E.69650



T.C.  
AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Hukuk Müşavirliği

Sayı : E-95531838-050.99-69650  
Konu : Etik Kurul Kararı

28.04.2023

Sayın Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY

İlgi : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 12.04.2023 tarih ve 68724 sayılı yazısı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün ilgi yazısına istinaden Doç. Dr. Nilüfer OKUR AKÇAY'ın danışmanlığını yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Kenan CENGİZ'in "**Argümantasyon Destekli STEM Eğitiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşüncelerine ve Akademik Başarılarına Etkisi**" başlıklı bilimsel araştırması Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunca incelenmiş olup, 27.04.2023 tarih ve 102 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 : \*BSP4UK0L5C\* Pin Kodu : 26752

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

Bilgi için : Yılmaz SABUNCU  
Unvanı : Şube Müdürü

Tel No : 1280



### EK 3. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği Uygulama İzni

KC

Kenan CENGİZ

Kime:

Yanıtla

Tümünü yanıtla

İlet

...

5.04.2024 Cum 14:59

Sayın Hülya Ertaş Kılıç

UF/EMI Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeğini Türkçeye Uyarlama Çalışması adlı çalışmanızda geliştirmiş olduğunuz ölçeği argümantasyon destekli STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisi adlı tezimde kullanmak için izninizi rica ediyorum.

HK

Hülya ERTAŞ KILIÇ

Kime: Siz

UF\_EMI Eleştirel Düşünme Eğ...

24 KB

Merhaba Kenan Bey,

Türkçeye uyarlamış olduğumuz Eleştirel Düşünme Eğilim Ölçeğini elbette çalışmanızda kullanabilirsiniz. Ölkçek ektedir. İyi çalışmalar dilerim.

Doç. Dr. Hülya ERTAŞ KILIÇ

-----

Aksaray Üniversitesi  
Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl.  
Fen Bilgisi Eğitimi ABD

-----

Assoc. Prof. Dr. Hülya ERTAŞ KILIÇ  
Aksaray University  
Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education.

## EK 4. Akademik Başarı Testi

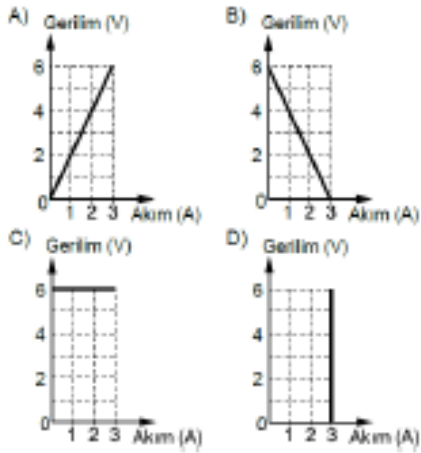
### AKADEMİK BAŞARI TESTİ

1.

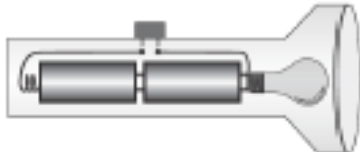
Bir bakır telin uçlarına, 6 volt, 4 volt ve 2 voltluk piller ayrı ayrı bağlanıyor. Daha sonra bu telin üzerinden geçen akım değerleri, şekildedeki tabloya kaydediliyor.

| Gerilim (V) | Akım (A) |
|-------------|----------|
| 6           | 3        |
| 4           | 2        |
| 2           | 1        |

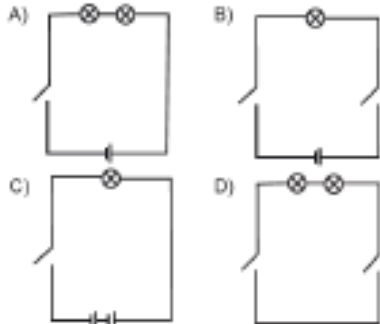
Buna göre, gerilim (V) – akım (A) grafiği aşağıdakilerin hangisinde doğru çizilmiştir?



2.

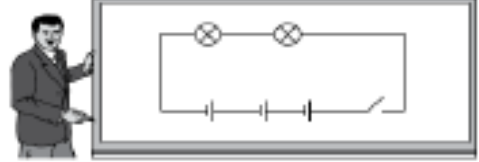


Resimde bir el fenerinin içi görülmektedir. Bu el feneri için sembollerle çizilen elektrik devrelerinden hangisi doğrudur?

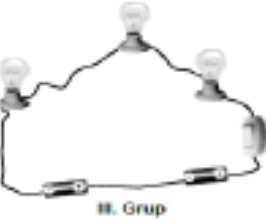
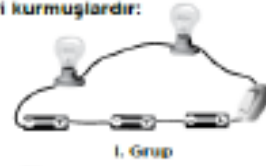


3.

Bir öğretmen, tahtaya şekildedeki devre şemasını çizmiştir.



Daha sonra öğrencilerden, pil, ampul ve bağlantı kablolarını kullanarak bu devreyi oluşturmalarını istemiştir. Bunun üzerine gruplara ayrılan öğrenciler aşağıdaki devreleri kurmuşlardır:

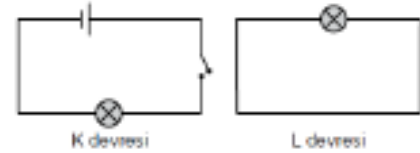


Buna göre, hangi gruplar devre şemasından yararlanarak doğru devreyi kurmuşlardır?

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

4.

Bir öğrenci, şemasını şekildedeki gibi çizdiği K ve L elektrik devresini kurar fakat lambaların ışık vermediğini görür.



Bu öğrenci lambaların ışık vermesi için,

- I. K devresindeki anahtarı kapatma  
II. L devresine pil bağlama  
III. L devresine anahtar bağlama

eylemlerinden hangilerini kesinlikle yapmalıdır?

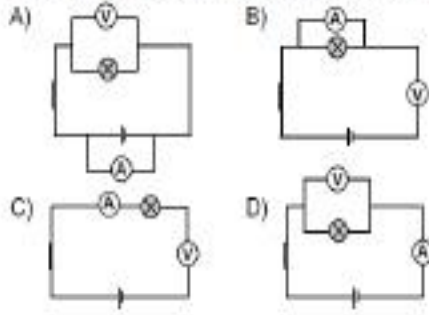
- A) Yalnız I. B) Yalnız II.  
C) I. ve II. D) II. ve III.

AKADEMİK BAŞARI TESTİ

5.

Öğretmen, öğrencilerden bir elektrik devresi oluşturmalarını istiyor. Daha sonra bu devreye ampermetre bağlayarak devreden geçen akımı, voltmetre bağlayarak lambanın uçlarındaki gerilimi ölçüp kaydetmelerini istiyor.

Buna göre öğrencilerin doğru ölçüm alabilecekleri devre aşağıdakilerden hangisidir?

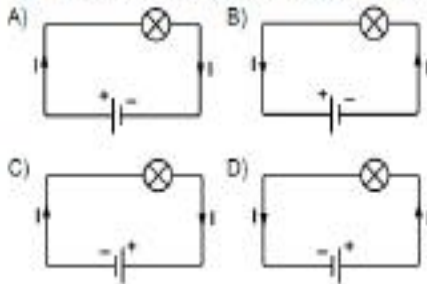


6.

Pil, ampul ve iletken teller kullanılarak şekildedeki elektrik devresi kuruluyor.



Ampul ışık verdiğine göre, aşağıdakilerin hangisinde bu devrenin şeması ve elektrik akımının (I) yönü doğru olarak gösterilmiştir?



7.

Elektrik devresinde sadece pil sayısını değiştirerek, ampullerin parlaklık durumları I. ve II. devreye göre karşılaştırılıyor.



Ampul ve piller özdeş olduğuna göre, bağımlı, bağımsız ve sabit tutulan değişkenler aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

|    | Bağımlı      | Bağımsız     | Sabit tutulan |
|----|--------------|--------------|---------------|
| A) | Parlaklık    | Pil sayısı   | Ampul sayısı  |
| B) | Pil sayısı   | Parlaklık    | Ampul sayısı  |
| C) | Ampul sayısı | Pil sayısı   | Parlaklık     |
| D) | Parlaklık    | Ampul sayısı | Pil sayısı    |

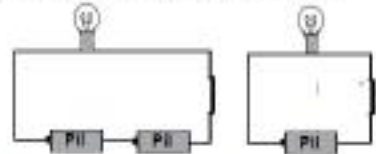
8.

Ahmet, özdeş K, L ve M ampullerini bir pile aşağıdakilerin hangisindeki gibi bağladığında ampuller en parlak ışık verir?

- A) K ve M'yi paralel bağlayıp, L'yi bunlara seri bağladığında
- B) L ve M'yi seri bağlayıp, K'yi bunlara paralel bağladığında
- C) K, L ve M'yi paralel bağladığında
- D) K, L ve M'yi seri bağladığında

9.

Bir deneyde özdeş ampul ve pillerle şekildedeki gibi iki elektrik devresi kurularak bu devrelerdeki ampul parlaklıklar gözlenecektir.



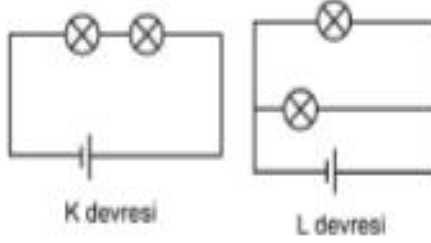
Buna göre deneydeki bağımsız değişken aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Ampul sayısı
- B) Ampul parlaklığı
- C) Pil sayısı
- D) Anahtar

AKADEMİK BAŞARI TESTİ

10.

Özdeş ampul, pil ve kablo kullanılarak K ve L devreleri kuruluyor.



Buna göre;

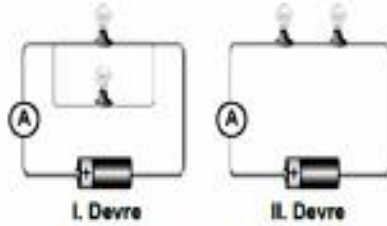
- I. K devresindeki ampuller seri bağlı, L devresindeki ampuller paralel bağlıdır.
- II. L devresindeki ampuller K devresindeki ampullere göre daha parlak ışık verir.
- III. K devresindeki ampuller paralel, L devresindeki ampuller seri bağlıdır.
- IV. K devresindeki ampuller L devresindeki ampullere göre daha parlak ışık verir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

11.

Deniz, özdeş iki ampulü I. devredeki gibi bağlar, daha sonra sadece ampullerin yerini değiştirerek II. devreyi kurar.



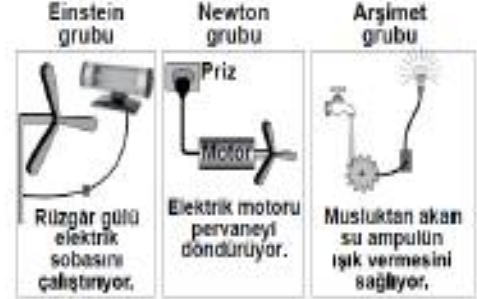
Her iki devrede de ampuller ışık verdiğine göre, II. devrede;

- I- Ampullerin parlaklığı artar.
- II- Ampullerden birinin patlaması durumunda diğer ampul ışık vermez.
- III- Ampermetrenin gösterdiği değer azalır.

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

12.

Bir grup öğrenci performans görevleri için aşağıdaki düzenekleri kurup çalıştırıyorlar.

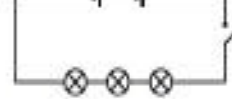


Buna göre, hangi grupların kurduğu düzeneklerde elektrik enerjisi hareket enerjisine dönüşmüştür?

- A) Yalnız Einstein grubunun  
B) Yalnız Newton grubunun  
C) Einstein ve Arşimet grubunun  
D) Newton ve Arşimet grubunun

13.

Şekilde bir elektrik devresi sembollerle gösterilmiştir.



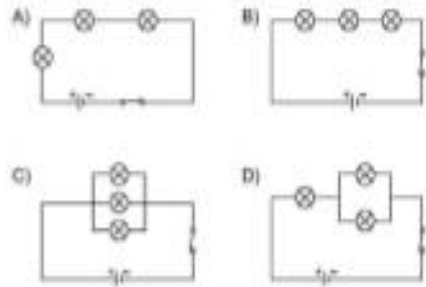
Bu sembollerin açıklaması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 3 pil, 2 ampul ve 1 açık anahtar  
B) 3 pil, 2 ampul ve 1 kapalı anahtar  
C) 2 pil, 3 ampul, 1 kapalı anahtar  
D) 2 pil, 3 ampul, 1 açık anahtar

14.



Şekildeki elektrik devresinin sembollerle gösterimini aşağıdakilerden hangisi gibidir?



AKADEMİK BAŞARI TESTİ

15.

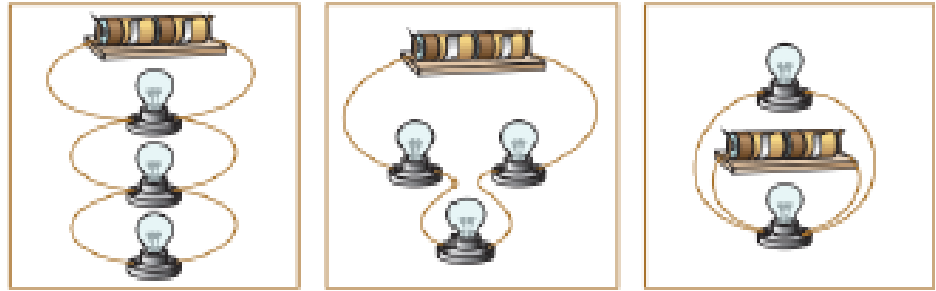
Özdeş pil ve özdeş ampullerle kurulu devreler şekildeki gibidir.



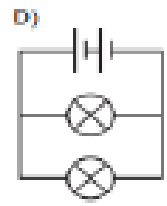
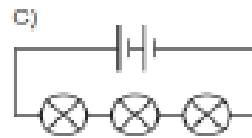
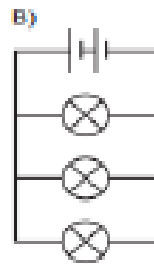
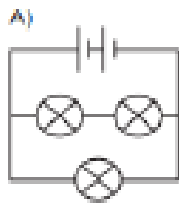
Buna göre, K, L ve M ampullerinin parlaklık sıralaması, aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A)  $K = L = M$       B)  $K > L > M$   
C)  $K = L < M$       D)  $K = L > M$

16.



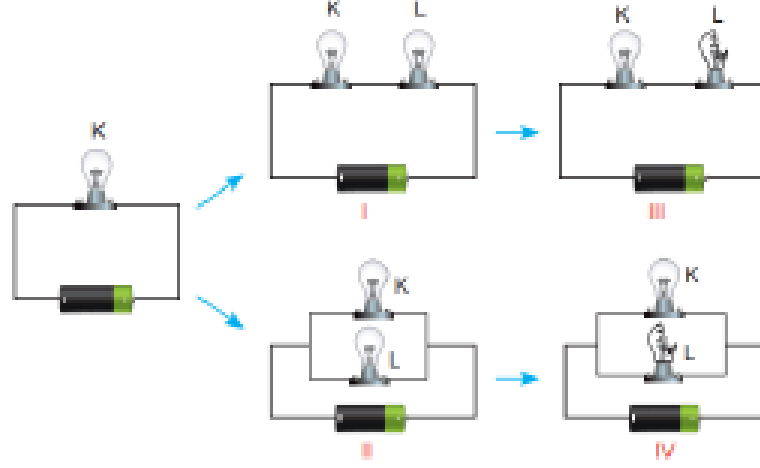
Aşağıdaki devre şemalarından hangisi şekillerdeki devrelerin herhangi birine ait değildir?



## AKADEMİK BAŞARI TESTİ

17.

K ampulünün ışık verdiği elektrik devresinde yapılan bazı değişiklikler çizimle gösterilmiştir.



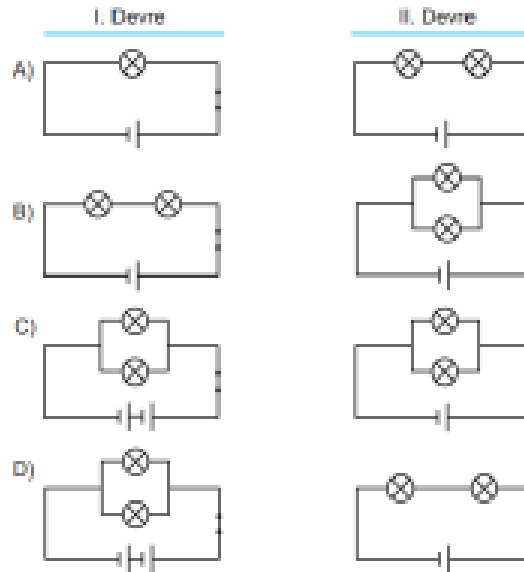
Buna göre K ampulünde meydana gelen değişimlerle ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

|    | K'nın parlaklığı |          | K'nın yanma durumu |                    |
|----|------------------|----------|--------------------|--------------------|
|    | I                | II       | III                | IV                 |
| A) | Azalır           | Değişmez | Söner              | Söner              |
| B) | Artar            | Azalır   | Yanmaya devam eder | Söner              |
| C) | Azalır           | Değişmez | Söner              | Yanmaya devam eder |
| D) | Artar            | Artar    | Yanmaya devam eder | Yanmaya devam eder |

18.

Bir proje ödevi için özdeş malzemeler kullanılarak iki devre oluşturuluyor. I. devredeki ampullerin parlaklığının II. devredeki ampullerden daha fazla olduğu gözleniyor.

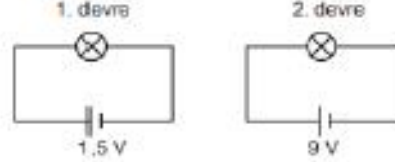
Buna göre bu elektrik devrelerinin şematik gösterimi aşağıdakilerden hangisi gibi olamaz?



## AKADEMİK BAŞARI TESTİ

19.

Farklı piller özdeş iki devreye aşağıdaki gibi bağlanmıştır.



Buna göre,

- I. 1. devredeki ampul 2. devreye göre daha az ışık verir.
- II. Her iki devrede ampuller özdeş olduğu için akım şiddeti değişmez.
- III. 2. devredeki pilin gerilimi büyük olduğu için devreden geçen akım daha büyüktür.

çıkanılardan hangileri doğrudur?

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

20.

Şekildeki avizde aşağıdaki değişiklikler yapılmıştır.

- Bir ampul takıldığında ampulün ışık verdiği gözlenmiştir.
- Bütün ampuller takılı iken bir ampul çıkarıldığında diğerlerinin yanmaya devam ettiği gözlenmiştir.

Buna göre,

- I. Ampullerden sadece biri avizeye takıldığında ışık verdiğine göre devredeki ampuller paralel bağlıdır.
- II. Ampuller avizde yan yana yer aldığına göre devredeki ampuller seri bağlıdır.
- III. Ampullerden biri çalışmadığında diğerlerinin aynı parlaklıkta ışık vermeye devam etmesi devrede hem paralel hem de seri bağlı ampullerin olduğunu gösterir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



## CEVAPLAR

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

## CEVAP ANAHTARI

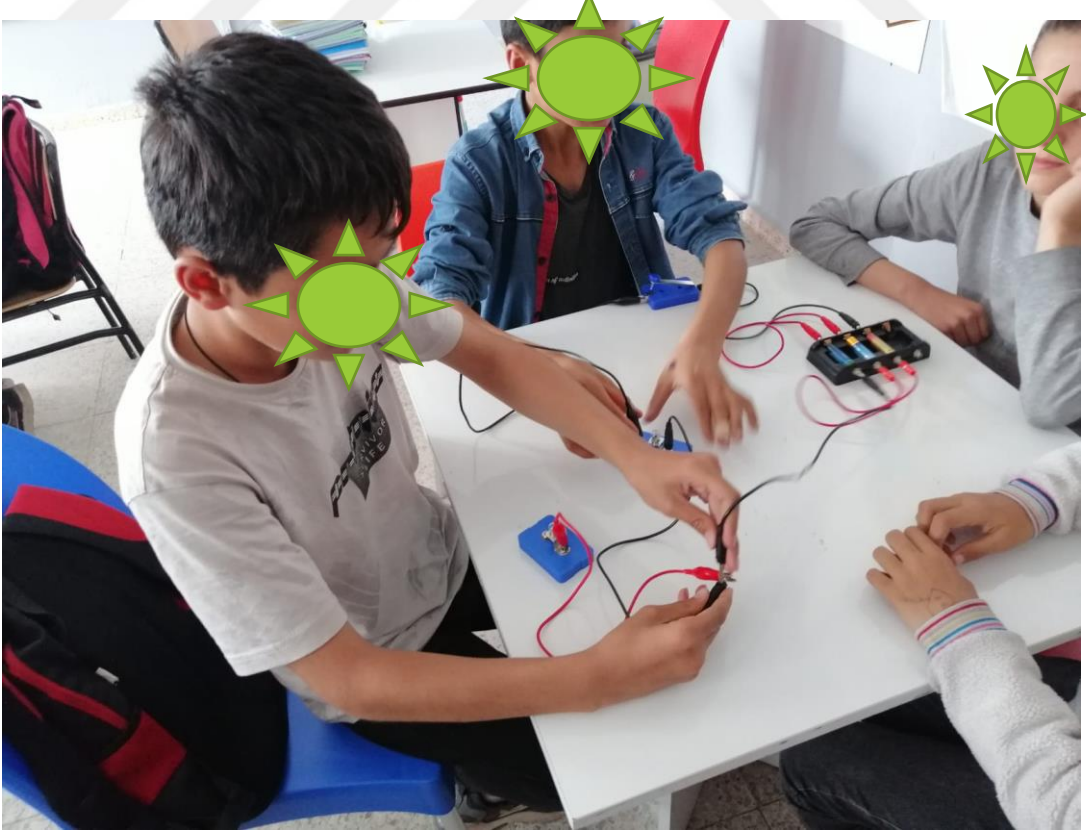
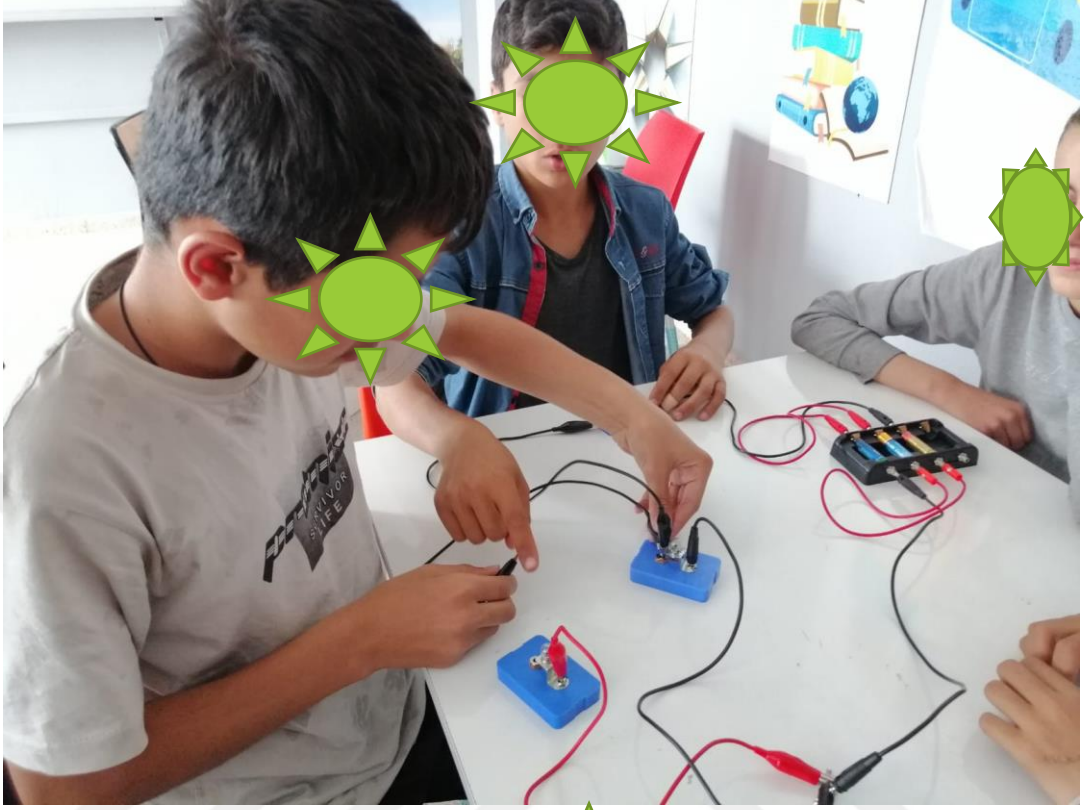
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| A | C | A | C | D | A | A | C | C | D  | C  | B  | D  | C  | A  | A  | C  | B  | C  | A  |

**EK 5. Eleştirel Düşünme Eğilimi Ölçeği****ELEŞTİREL DÜŞÜNME EĞİLİMİ ÖLÇEĞİ****AD-SOYAD:****SINIF:**

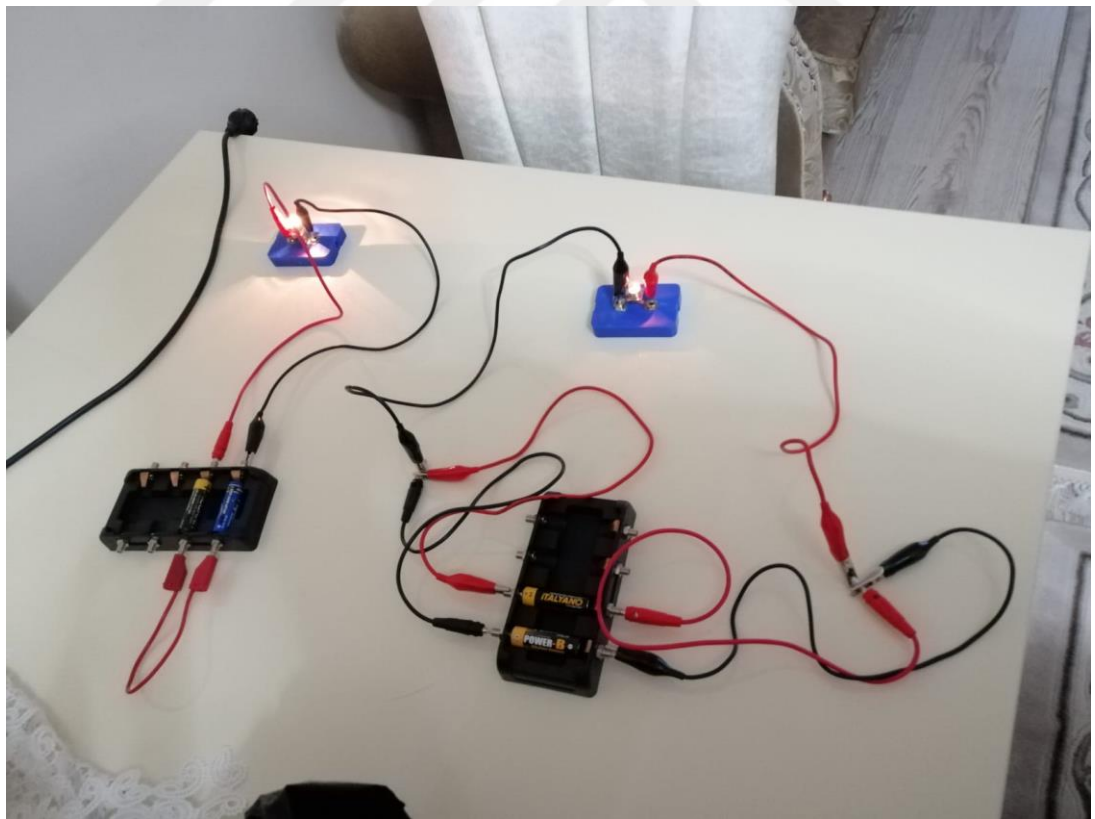
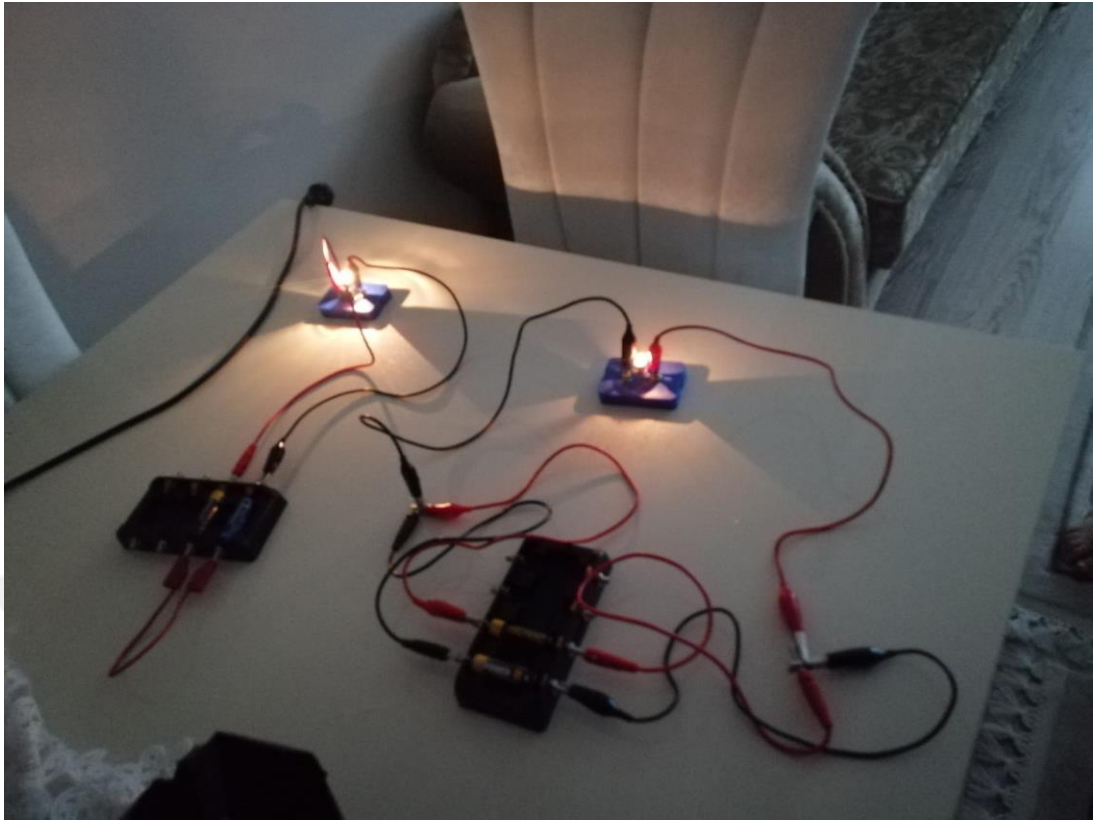
Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyunuz ve ifadelerin karşısında yer alan satırda size en uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

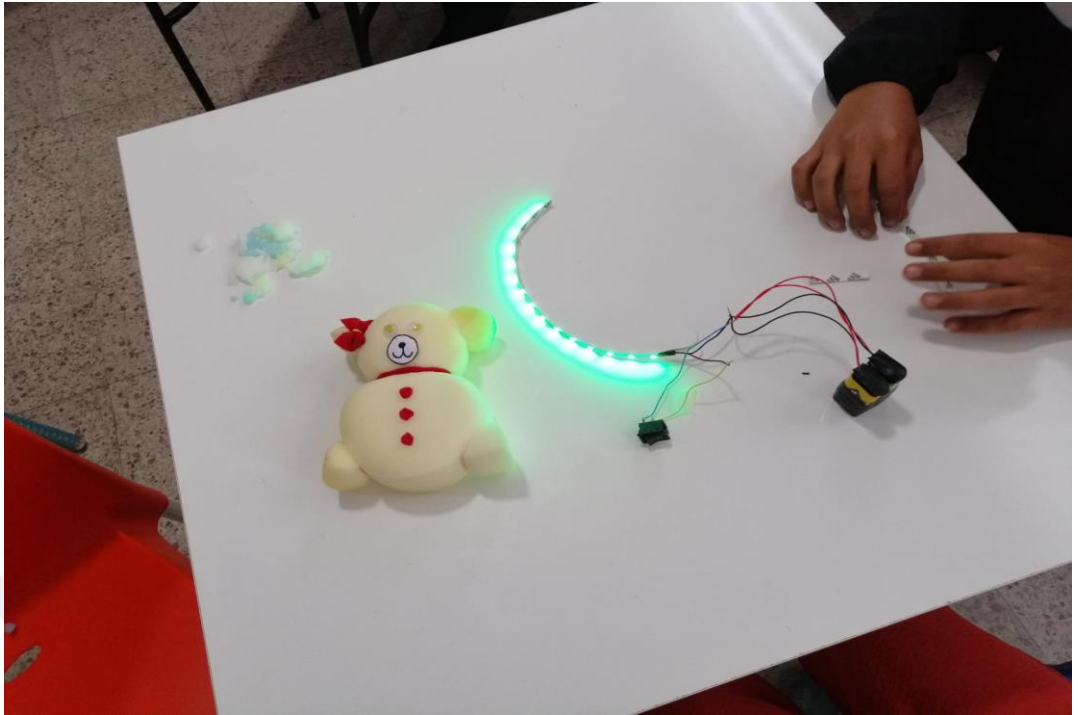
|    | MADDELER                                                                            | Kesinlikle<br>Katılmıyorum | Katılmıyorum | Kararsızım | Katılıyorum | Kesinlikle<br>Katılıyorum |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|------------|-------------|---------------------------|
| 1  | Benimle aynı fikirde olmasalar bile başkalarının fikirlerini dikkatlice dinlerim.   |                            |              |            |             |                           |
| 2  | Problemleri çözmek için fırsatlar ararım.                                           |                            |              |            |             |                           |
| 3  | Pek çok konuya ilgi duyarım.                                                        |                            |              |            |             |                           |
| 4  | Pek çok konu hakkında bir şeyler öğrenmekten zevk alırım.                           |                            |              |            |             |                           |
| 5  | Çok çeşitli konular arasında bağlantı kurabilirim.                                  |                            |              |            |             |                           |
| 6  | Öğrenme ortamında birçok soru sorarım.                                              |                            |              |            |             |                           |
| 7  | Zorlayıcı sorulara cevap bulmaktan zevk alırım.                                     |                            |              |            |             |                           |
| 8  | İyi bir problem çözücüsüyümdür.                                                     |                            |              |            |             |                           |
| 9  | Mantıklı bir çözüme ulaşabileceğim konusunda kendime güvenirim.                     |                            |              |            |             |                           |
| 10 | İyi bilgilendirilmek için çabalarım.                                                |                            |              |            |             |                           |
| 11 | Şu anki bilgilerimle çelişen yeni bilgiler sunulduğunda fikrimi değiştirebilirim.   |                            |              |            |             |                           |
| 12 | Problem çözmekten keyif alırım.                                                     |                            |              |            |             |                           |
| 13 | Gerçekleri göz önünde tutar ve önyargılarımın kararlarımı etkilemesine izin vermem. |                            |              |            |             |                           |
| 14 | Bilgimi çok çeşitli konulara uygulayabilirim.                                       |                            |              |            |             |                           |
| 15 | Okulda olmadığım zamanlarda bile öğrenmekten keyif alırım.                          |                            |              |            |             |                           |
| 16 | Benimle aynı görüşte olmayan insanlarla iyi geçinebilirim.                          |                            |              |            |             |                           |
| 17 | Meseleleri net bir şekilde açıklayabilirim.                                         |                            |              |            |             |                           |
| 18 | Bir sorunu açıklığa kavuşturmaya çalışırken iyi sorular sorarım.                    |                            |              |            |             |                           |
| 19 | Konuları açık ve kesin bir şekilde ortaya koyarım.                                  |                            |              |            |             |                           |
| 20 | Ön yargılarımın fikirlerimi nasıl etkilediğini düşünürüm.                           |                            |              |            |             |                           |
| 21 | Beni rahatsız etse de gerçekleri araştırırım.                                       |                            |              |            |             |                           |
| 22 | Doğruları bulana kadar üzerinde çalışmaya devam ederim.                             |                            |              |            |             |                           |
| 23 | Bir problemin doğru cevaplarını bulmak için kendi bildiklerimden vazgeçebilirim.    |                            |              |            |             |                           |
| 24 | Problemlere birden fazla çözüm yolu bulmaya çalışırım.                              |                            |              |            |             |                           |
| 25 | Bir karar verirken kendime çok sayıda soru sorarım.                                 |                            |              |            |             |                           |
| 26 | Problemlerin çoğunun birden fazla çözümünün olduğuna inanırım.                      |                            |              |            |             |                           |

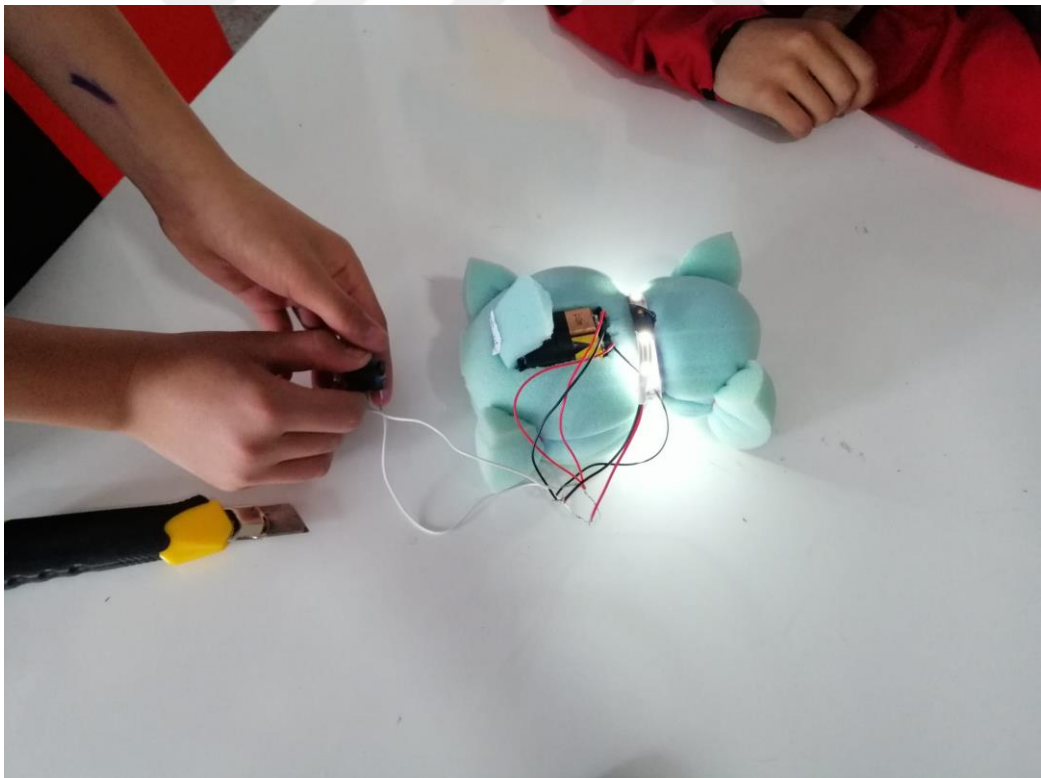
**EK 6. Tasarıma yönelik deneyler ve tasarım çalışmaları**











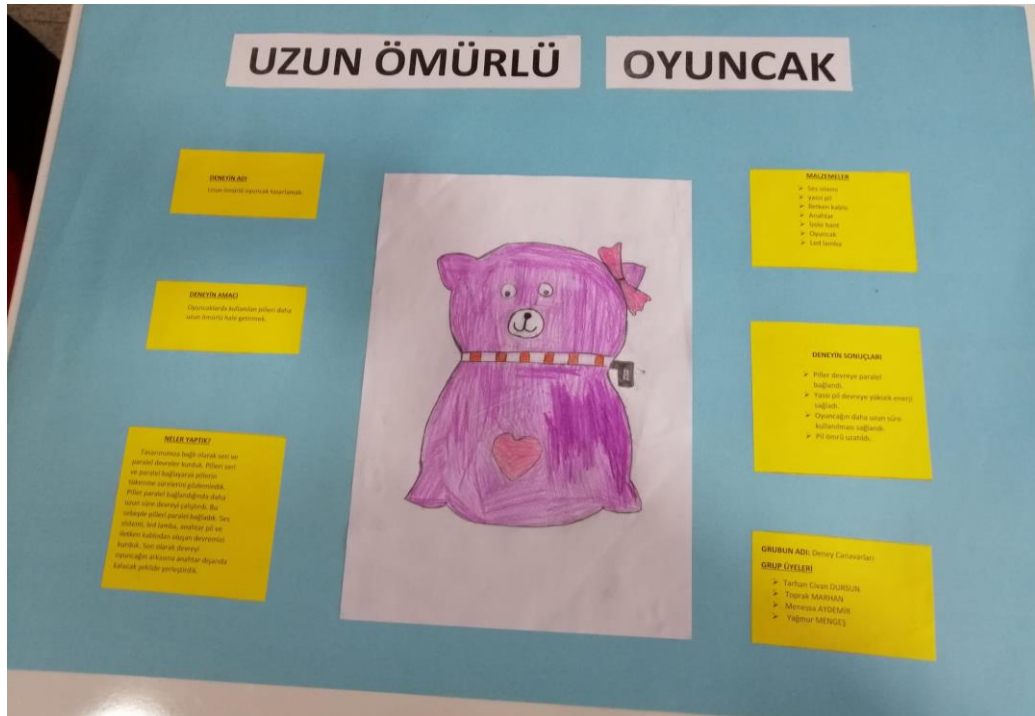
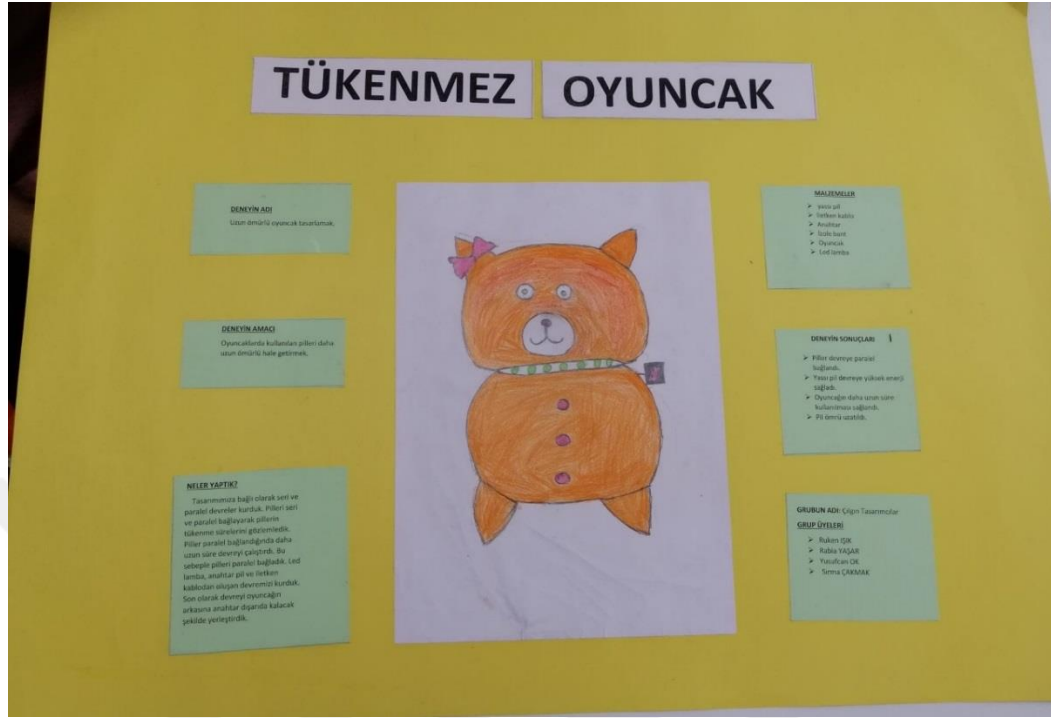








## EK 7. Poster Çalışmaları Örnekleri







**EK 8. Uzun Ömürlü Çalışan Oyuncak Bebek Tasarımı Modülü**

|                   |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ders 1</b>     | Hazırlık Aşaması | Hazırlık dersinde gruplar oluşturulur, grup üyeleri iş bölümü yaparlar ve bireylerin rollerini belirlerler. Öğretmen, öğrencilere Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)’nin işleyişi ve Mühendislik Not Defteri (MND)’nin kullanımı hakkında genel bilgilendirme yapar. Öğrenciler mühendislik mesleğini tanır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Ders 2</b>     | Tanımlama        | Bu derste mühendis olarak nitelendirilen öğrenciler e-posta/mektup üzerinden gerçek bir hayat problemi ile karşılaşarak mühendisliğe ilk adımı atıp mühendislik tasarım sürecine girmiş olurlar. Verilen problem durumunu önce bireysel olarak analiz edip daha sonra grup arkadaşları ile tartışarak problemi anlamaya çalışırlar. Probleme çözüm talep eden birey/kurum ile iletişim kurar ve sorular sorarlar. Problem durumu için gerekli kriterler ve kısıtlamaları ortaya koyarlar. Tüm bu süreçte MND’ye her öğrenci önce bireysel cevabını sonra grup olarak belirledikleri ortak cevaplarını not ederler. |
| <b>Ders 3-4-5</b> | Öğrenme          | Bu derste fen bilimleri konularından “Ampullerin Bağlanma Şekilleri” konusunun “Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.” kazanımı ele alınır. Öğrencilere elektrik devre elemanları sembolleri ile ilgili sorular sorulur. Cevapların MND’ye bireysel ve grup olarak kaydedilmesi istenir. Daha sonra, elektrik devre şeması ile ilgili <b>ETKİNLİK 1</b> , <b>ETKİNLİK 2</b> ve <b>ETKİNLİK 3</b> de yer alan etkinlikler öğrencilere yaptırılır. Etkinliklerin ardından elektrik devreleri ile ilgili deneyler yapıp, EBA videoları ile ders zenginleştirilir.                              |

|                 |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ders 6-7</b> | Öğrenme | Öğrenciler bu derste fen bilimleri konularından “Seri ve Paralel Bağlama” konusunun “Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.” kazanımı ele alınır. Öğretmen elektrik devre elemanlarını kullanarak öğrencilere “Elektrik devresi kurma” aktivitesini yapar. Aktivite öncesi sınıftaki her grup için masaya deney malzemeleri konulur. Malzemelerin özelliklerine değinilmeden öğrencilere tanıtılır, düzenek öğrenciler tarafından hazırlanır ve aktiviteye başlanır. Öğrenciler seri ve paralel devreler kurarak ampul parlaklıklarının nasıl değiştiğini gözlemlerler. <b>ETKİNLİK 4</b> yapılır. Öğrenciler kurdukları düzenekleri gözlemleyerek hangi durumda pilin daha uzun sürede tükendiğini tespit ederler. Daha sonra tasarlayacağı oyuncak için uygun olan bağlama şeklini tespit ederler. Ardından pil ömrü ile ilgili bir animasyon seyrettirilir. |
| <b>Ders 8</b>   | Öğrenme | Bu derste fen bilimleri konularından “Elektrik Akımı” konusunun “Elektrik akımını tanımlar.” kazanımı ele alınır. Elektrik akımı ile ilgili öğrencilere sorular sorulur. Ardından <b>ETKİNLİK 5</b> yapılır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Ders 9</b>   | Öğrenme | Bu derste fen bilimleri konularından “Elektrik Enerjisi” konusunun “Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.” kazanımı ele alınır. Devrelere elektrik enerjisinin nasıl aktarıldığı, elektrik enerjisinin kaynağının ne olduğu gibi sorular sorulur. Cevaplar alınmaya çalışılır. Daha sonra <b>ETKİNLİK 6</b> yapılır. Etkinlik sonrası farklı sayılarda piller kullanılarak deneyler yapılarak, elektrik enerjisi konusunda bilgilenme sağlanır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Ders 10</b>  | Öğrenme | Bu derste fen bilimleri konularından “Gerilim Akım İlişkisi” konusunun “Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.” kazanımı ele alınır. <b>ETKİNLİK 7</b> deki sorular sorulur ve EBA videoları izletilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ders 11</b> | Öğrenme  | Bu derste “Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.” ve “Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.” kazanımları ele alınır. Öğrencilere akım-gerilim arasındaki ilişkinin kavranması için öğrencilere farklı sayıda piller verilerek deneysel etkinlik yapılır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Ders 12</b> | Öğrenme  | Bu derste matematik konularından grafik çizme ve yorumlama konusunun “Verilere ilişkin çizgi grafiği oluşturur ve yorumlar.” kazanımı ele alınır. Öğrencilere verileri kavrama ve yorumlama sağlanması adına grafik çizme çalışması yapılır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Ders 13</b> | Planlama | Bu derste, MTS’ nin planlama basamağı uygulanır. Öğrenciler önceki derslerde keşfettikleri seri bağlama, paralel bağlama, elektrik akımı, elektrik enerjisi, gerilim oran ve orantı, hakkındaki bilgilerini kullanarak uzun ömürlü çalışan oyuncak bebek tasarımı problemini çözmek için bir tasarım planı hazırlarlar. Grup üyeleri önce MND’ ye en az iki tane bireysel tasarım planı çizerler. Sonra bu planı diğer grup üyeleri ile paylaşırlar. Grup üyeleri kendi aralarında tasarım planlarını değerlendirirler, tasarımın kriter ve kısıtlamalarını en iyi sağlayan planı ortak grup planı olarak seçerler. Ya da birlikte en uygun olacak planı geliştirirler. Seçilen veya geliştirilen grup tasarım planı tüm grup üyeleri tarafından MND’ ye çizilir. Tasarım planını hazırlarken problem çözümü için hangi malzemelerin kullanılacağı kanıta dayalı bir şekilde açıklanır. Yani tasarımda yer alan her bölüm ve alınan her karar için kanıtlar sunulmalıdır. Bu kanıtlar fen bilimleri, matematik ve teknoloji bilgilerini içermelidir. |

|                |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ders 14</b> | Prototip oluşturma    | Bu derste MTS' nin basamaklarından prototip oluşturma basamağı ele alınır. Öğrenciler bu basamakta taslak tasarım modelinin prototipini yaparlar. Bu prototipi yaparken planlama basamağında karar verdikleri tasarım planını takip ederler. Öğrencilere, grup tasarım planında planladıkları prototipleri yapmaları için gerekli olan malzemeleri, ihtiyaca uygun miktarda öğretmen temin eder ve karar verdikleri plandaki tasarımın prototipini öğrenciler hazırlarlar. Hazırlanacak prototip test edilebilir olmalıdır.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Ders 15</b> | Test etme-karar verme | Bu derste öğrenciler hazırladıkları prototipi nasıl test edeceklerine karar verirler. İstenilen problemin kriter ve kısıtlamaları sağlayıp sağlamadığı test edilir ve veriler toplanır. Testin sonucunda elde ettikleri verileri önce bireysel, sonra grup olarak değerlendirip bir rapor hazırlanır. Bu raporun sonuçlarından yapılan çıkarımlar doğrultusunda tasarımlarda gerekli görülen kısımlar geliştirilir. Tasarımların belirlenen kriterlere ve kısıtlamalara uygun olup olmadığı belirlenir. Tüm bu değerlendirmeler sonunda en uygun tasarım modeli seçilir. Hazırlanan tasarım bazen başarısızlıkla sonuçlanabilir. Bu durumun mühendisliğin bir parçası olduğu ve bu başarısızlığın onların azim ve kararlılığını etkilememesi gerektiği öğrencilere anlatılır. |
| <b>Ders 16</b> | Yeniden Tasarlama     | Bu derste prototip testlerinde başarısız olan gruplar yeniden tasarlama sürecine başlar. Tasarımın eksik yanlarını tartışarak bu hatanın MTS'nin hangi adımından kaynaklandığını belirler. 13. ders olan test etme ve karar verme dersinde öğrenciler, diğer gruplardan aldıkları dönütleri de göz önünde bulundurarak grup olarak tartışıp belirlenen basamaktaki eksikliklerle ilgili ek çalışmaların neler olacağını tek tek MND'lerine yazarlar. Yapılan çalışmalar ışığında tasarımlar yeniden geliştirilir. Tekrar test edilerek veriler toplanır ve MND'ye karar verme sürecinde kullanılmak üzere kaydedilir.                                                                                                                                                         |

## EK 9. Argümantasyon Etkinlikleri Örnekleri

### Etkinlik 1. Modellerle Tartışma

**Alt Konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

**Kazanım:** F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

#### Modellerle Tartışma



1. Bir elektrik devresi kurmak istiyoruz. Ampulleri elektrik devrelerine hangi şekillerde bağlayabiliriz? Grup arkadaşlarınızla görüşlerinizi tartışınız, aşağıdaki boşluğa açıklayınız.
2. Elektrik devresi tasarlamayı düşündüğünüzde nasıl bir devre şeması çizersiniz? Aşağıdaki boşluğa çizersiniz.

## Etkinlik 2. Kim haklı?

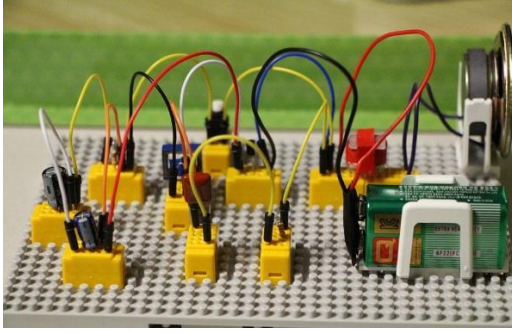
**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

### Kazanımlar:

F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.

## KİM HAKLI?



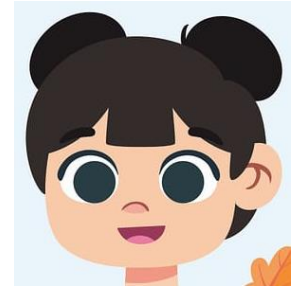
Elektrik devreleri konusunda fikir alışverişi yapan Toprak, Ruken ve Berat ampullerin bağlanma şekilleri konusunda tereddüt yaşamışlardır. Doğruyu bulmalarına yardımcı olur

Elektrik devrelerinde seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin de parlaklığı artar ancak paralel bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampul parlaklığı azalır.

Bana göre seri bağlı devrede ampul sayısı arttıkça ampullerin parlaklığı azalır; paralel bağlı devrede ise ampul sayısı arttıkça ampul parlaklığı da artar.



Toprak



Ruken

Ruken bence de seri bağılı  
devrede ampul sayısı  
arttıkça ampullerin  
parlaklığı azalır konusunda  
hakkısın ancak paralel bağılı  
devrede ampul sayısı  
arttıkça ampulün  
parlaklığında bir değişme  
olmaz.



Berat

1. Düşüncelerini dile getiren öğrencilerden hangi öğrenci haklıdır? Neden? Grup arkadaşlarınızla tartışınız. İddianızı veri, gerekçe, desteklerle gerekçelendiriniz. Diğer iddiaların neden doğru olmadığını açıklayınız.

.....Haklıdır.

Çünkü.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

3. Seri ve paralel bağılı devre şemaları çizerek ampulün parlaklıklarını her iki devre için grup arkadaşlarınızla tartışınız.

### **Etkinlik 3. Tahmin et- Gözle-Açıkla**

**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

#### **Kazanımlar:**

F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

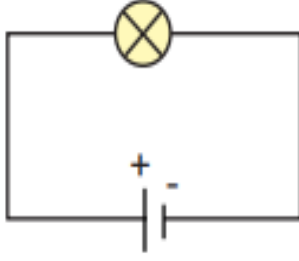
F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

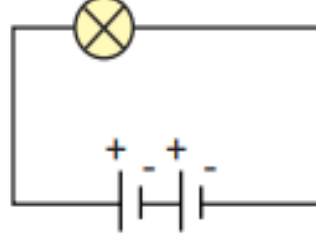
### **TAHMİN ET**

Aşağıda bir pil bir ampul ve iki pil bir ampulden oluşan iki deney düzeneği oluşturulmuştur. Deney düzeneğinden yola çıkarak aşağıdaki soruları grup arkadaşlarınız ile tartışarak cevaplayınız.





**1.DEVRE**



**2. DEVRE**

1. Pil sayısının artması ile pilin kutupları arasındaki gerilim nasıl değişmiş olabilir?

2. Pil sayısının artması ile pilden geçen akım şiddeti nasıl değişmiş olabilir?

3. Birinci ve ikinci devrelerde meydana gelen direnç hakkında neler söyleyebilirsiniz?

## GÖZLE

Aşağıda malzemelerin verildiği ve deneyin yapılışının belirtildiği yönergeye uyarak gözlem yapınız ve gözlemlerinizi tabloya kaydediniz.



|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gerekli Malzemeler | İki adet pil ve pil yatağı, bir adet ampul ve ampul yatağı, iletken kablo, ampermetre, voltmetre ve anahtar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Deneyin Yapılışı   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bir pil ve pil yatağı, bir ampul ve ampul yatağı, anahtar ve iletken telden oluşan basit bir elektrik devresini kurunuz. Daha sonra voltmetreyi devreye paralel, ampermetreyi de devreye seri olacak şekilde bağlayınız. Anahtarı kapalı hale getirdikten sonra devreden akımın geçmesini sağlayınız ve voltmetre ile ampermetrede okuduğunuz değeri aşağıda verilen tabloya kaydediniz.</li><li>2. Oluşturduğunuz elektrik devresine bir pil daha seri olacak şekilde ekleyiniz. Daha sonra voltmetre ve ampermetre de okuduğunuz değeri aşağıda verilen tabloya kaydediniz.</li></ol> |

| Devreler  | V (Gerilim) | A (Akım Şiddeti) | V/A (Gerilim/Akım) |
|-----------|-------------|------------------|--------------------|
| I. Devre  |             |                  |                    |
| II. Devre |             |                  |                    |

Yaptığınız deneyde gerilim değeri ile akım şiddeti arasındaki oran hakkında ne gözlemlediniz? Neden böyle olduğunu düşünüyorsunuz?

### **AÇIKLA**

Deneye başlamadan önceki tahminleriniz ile gözlemleriniz arasında bir farklılık var mı? Açıklayınız.

#### **Etkinlik 4.** İfadeler tablosu

**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

##### **Kazanımlar:**

F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.

F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

## İFADELER TABLOSU

Aşağıda verilen ifadeleri dikkatlice okuyarak doğru veya yanlış olarak belirtiniz.

| İfade                                                                                    | Doğru | Yanlış | Neden böyle düşünüyorum? |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------------------------|
| Elektrik akımının oluşabilmesi için devreye pil bağlanmalıdır.                           |       |        |                          |
| Elektrik akımının yönü pilin (+) kutbundan (-) kutbuna doğrudur.                         |       |        |                          |
| Devrede pil olmasa da akım oluşur.                                                       |       |        |                          |
| Devre elemanlarının sembolleri her ülkede farklıdır.                                     |       |        |                          |
| Seri bağlı ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı azalır.                                 |       |        |                          |
| Paralel bağlı ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.                               |       |        |                          |
| Seri bağlı ampullerden oluşan devrede bir ampul patlarsa diğerleri yanmaya devam eder.   |       |        |                          |
| Paralel ampullerden oluşan bir devrede bir ampul bozulursa diğerleri yanmaya devam eder. |       |        |                          |
| Bir devreye piller paralel bağlandığında pillerin kullanım ömrü uzar.                    |       |        |                          |

### Etkinlik 5. Hikayelerle Yarışan Teoriler

**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

**Kazanım:**

F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.

F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.

## HİKÂYELERLE YARIŞAN TEORİLER



Arkadaşlar, aşağıdaki hikâyeyi okuyup soruları cevaplayarak bana yardımcı olur musunuz?

[illegible][illegible]

Aslan bey tekrar aynı durumun yaşanmaması için neler yapılabileceğini düşünmeye başlamış Ampullerin bağlanma şekillerinde değişiklik yapılması gerektiğini düşünmüş. Her ampulün birbirinden bağımsız olması gerektiği, biri arızalandığında diğerlerini etkilememesi gerektiğini düşünmüş. Aslan Beyin düşündüğü bağlama şekli nedir ve nasıl bir fayda sağlar? Grup arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### **Etkinlik 6. Doğru ne?**

**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

#### **Kazanım:**

- F.7.7.1.1. Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer.
- F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve paralel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur.
- F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.
- F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.
- F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

## Doğru Ne?

Merhaba arkadaşlar. Elektrik akımı ile ilgili bazı sıralı ifadeler verilmiştir. Bu ifadelerden konu ile ilgili anlamlı bir bütün oluşturmak için grup arkadaşlarınızla fikir alışverişi yaparak her kutudan bir ifadeyi doğru olarak seçiniz ve ilerleyiniz.

1.Diyalog



**Nisa:** Bir elektrik devresinde pil sayısı sabit kalıp, seri bağlı ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı artar.



**Kemal:** Sana katılmıyorum. Ampul parlaklığı azalır.

2.Diyalog



**Sema:** Elektrik devresinde paralel bağlı ampul sayısı artarsa ampul parlaklığı değişmez.



**İbrahim:** Sana katılmıyorum, ampul parlaklığı artar.

3.Diyalog



**Barış:** Bir devrede seri bağlı pil sayısı artarsa ampul parlaklığı değişmez.



**Ulaş:** Bence yanlış düşünüyorsun. Bu durumda ampul parlaklığı artar.

4.Diyalog



**Ahmet:** Bir devreye piller paralel bağlanırsa pillerin kullanım ömrü uzar.



**Mahir:** Doğru söylüyorsun ve buradaki bağımlı değişken pilin bağlanma şekli, bağımsız değişken ise pilin kullanım ömrüdür.

1. diyalogda doğru bilgiyi ..... söylemiştir.

Çünkü.....  
.....

2. diyalogda doğru bilgiyi ..... söylemiştir.

Çünkü.....  
.....

3. diyalogda doğru bilgiyi ..... söylemiştir.

Çünkü.....  
.....

4. diyalogda doğru bilgiyi ..... söylemiştir.

Çünkü.....  
.....

Yukarıda verilen ifadelerden ulaştığınız ana argüman nedir? Grup arkadaşlarınızla fikirlerinizi karşılıklı olarak paylaşarak karar veriniz. İddianızı veriler kullanarak gerekçelendiriniz ve aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## Etkinlik 7. Argüman Oluşturalım

**Alt konu:** Ampullerin Bağlanma Şekilleri

### Kazanımlar:

F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar.

F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar.

F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir.

## ARGÜMAN OLUŞTURALIM



Merhaba arkadaşlar. Elektrik akımı ilgili aşağıda bazı sıralı ifadeler verilmiştir. Bu ifadelerden konu ile ilgili anlamlı bir bütün oluşturmak için grup arkadaşlarınızla fikir alışverişi yaparak her kutudan bir ifadeyi doğru olarak seçiniz ve ilerleyiniz.

**1a.** Elektrik devrelerinde Ampermetre devreye seri bağlanır.

**1b.** Elektrik devrelerinde Ampermetre devreye paralel bağlanır.



**2a.** Elektrik akımının oluşması için devrede ampermetre olmalıdır.

**2b.** Akımın oluşması için devrede pil olmalıdır.



**3a.** Elektrik akımının birimi amperdir ve kısaca A harfi ile gösterilir.

**3b.** Akımın birimi ohm dur ve R harfi ile gösterilir.



**4a.** Elektrik devrelerinde voltmetre seri olarak bağlanır.

**4b.** Voltmetre devreye paralel bağlanır.



**5.** Gerilim birimi volt 'tur ve kısaca V harfi ile gösterilir.



**6a.** Direnç iletkenin elektrik akımına karşı gösterdiği zorluktur.

**6b.** Direncin akımla bir ilişkisi yoktur.



1.kutucukta .....İfadesini doğru olarak seçtik. Çünkü .....



2. kutucukta ..... İfadesini doğru olarak seçtik. Çünkü .....



3. kutucukta ..... İfadesini doğru olarak seçtik. Çünkü .....



4. kutucukta ..... İfadesini  
doğru olarak seçtik. Çünkü .....



6. kutucukta ..... İfadesini  
doğru olarak seçtik. Çünkü .....

Yukarıda verilen ifadelerden ulaştığınız ana argüman nedir? Grup arkadaşlarınızla fikirlerinizi karşılıklı olarak paylaşarak karar veriniz. İddianızı veriler kullanarak gerekçelendiriniz ve aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....