

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROBLEME DAYALI ÖĞRETİM (PDÖ)  
YÖNTEMİNİN KUANTUM FİZİĞİ ‘KLASİK  
FİZİĞİN YETERSİZLİKLERİ’ KONUSUNUN  
ÖĞRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Atakan ÇOBAN**

**İzmir  
2018**



T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ PROGRAMI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PROBLEME DAYALI ÖĞRETİM(PDÖ)  
YÖNTEMİNİN KUANTUM FİZİĞİ ‘KLASİK  
FİZİĞİN YETERSİZLİKLERİ’ KONUSUNUN  
ÖĞRETİMİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Atakan ÇOBAN**

**Danışman  
Prof. Dr. Mustafa EROL**

**İzmir  
2018**

## YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Probleme Dayalı Öğretim(PDÖ) Yönteminin Kuantum Fiziği ‘Klasik Fiziğin Yetersizlikleri’ Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması.” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bu kaynaklara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

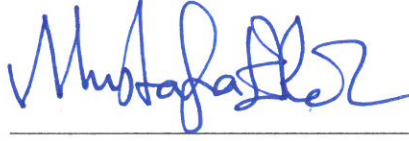
27/06/2018



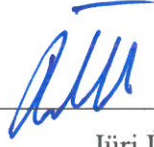
Atakan ÇOBAN

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Atakan ÇOBAN Tarafından Prof. Dr. Mustafa EROL yönetiminde hazırlanan "Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yönteminin Kuantum Fiziği 'Klasik Fiziğin Yetersizlikleri' Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından "**Yüksek Lisans Tezi**" olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Mustafa EROL  
Danışman



Jüri Üyesi  
Doç. Dr. Rabia TANEL



Jüri Üyesi  
Doç. Dr. Hilal AKTAMIŞ

29.6./2018



Prof. Dr. Süha YILMAZ  
Enstitü Müdürü V.



## TEŞEKKÜR

Her şeyden önce bende ki yerlerini anlatarak bitiremeyeceğim, bana ve abilerime kendimizi her zaman şanslı hissettiren, yaşantımın her adımında yanımda ve yol gösterici olan, hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen değerli annem ve babam Emine DAĞLI ÇOBAN ve Atalay ÇOBAN'a, küçük kardeşliği bana sevdiren ve sırtımı her zaman yasladığım, varlıklarıyla beni güçlü hissettiren ve tabi ki ilkokuldan beri her türlü maddi manevi desteği benden esirgemeyen dünyanın en iyi abileri Niyazi ÇOBAN ve Altay ÇOBAN'a, hayatımın her anında seçtiğim her yolda hayatıma girdiği andan itibaren tüm iyi ve kötü zamanlarımda her zaman yanımda olan Zeynep Büşra TOKLUCU'ya sonsuz teşekkür ederim.

Araştırma süreci boyunca takıldığım her noktada yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, yönlendirmeleriyle araştırmaya önemli katkıları olan, değerli hocam Doç. Dr. Serap ÇALIŞKAN'a, ayrıca deney ve kontrol grubunda yer alan Fen Bilgisi 2. sınıf A ve B şubesi öğrencilerine araştırmaya olan katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecinde çok değerli bilgiler öğrendiğim, tezin uygulama kısmında kullandığım tüm materyaller ile geliştirdiğim ölçme araçlarını inceleyerek gerekli düzeltmelerde ve önerilerde bulunan, araştırmanın her aşamasında emeği olan, etkili yönlendirmeleriyle tezin niteliğini arttıran tez danışmanım Prof. Dr. Mustafa EROL'a kazandırdıklarından, bana duyduğu güvenden, gösterdiği derin alakadan ve değerli katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Atakan ÇOBAN 2018

## İÇİNDEKİLER

|                      | Sayfa |
|----------------------|-------|
| <b>TEŞEKKÜR</b>      | i     |
| <b>İÇİNDEKİLER</b>   | ii    |
| <b>TABLO LİSTESİ</b> | vii   |
| <b>ÖZET</b>          | xiii  |
| <b>ABSTRACT</b>      | xv    |

## BÖLÜM I

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. GİRİŞ</b>                                                                | 1  |
| <b>1.1. Problem Durumu</b>                                                     | 1  |
| 1.1.1. Fizik Eğitimi                                                           | 1  |
| 1.1.2. Modern Fizik ve Modern Fizik Öğretimi                                   | 3  |
| 1.1.3. Eğitim Felsefesi                                                        | 6  |
| 1.1.4. Öğretim Kuramları                                                       | 8  |
| 1.1.5. Öğretim Yöntem ve Stratejileri                                          | 10 |
| 1.1.6. Öğretim Teknikleri                                                      | 11 |
| 1.1.7. Öğretmen Merkezli Öğretim Yönteminin Eksiklikleri                       | 12 |
| 1.1.8. Probleme Dayalı Öğrenme                                                 | 14 |
| 1.1.8.1. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğrenme- Öğretme Süreci                     | 15 |
| 1.1.8.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Problemler ve Senaryolar                    | 16 |
| 1.1.8.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitim Yönlendiricisinin ve Öğrencinin Rolü | 18 |
| 1.1.8.4. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımın Olumlu ve Olumsuz Yanları          | 21 |
| 1.1.9. Üst Düzey Düşünme Becerileri                                            | 22 |
| 1.1.9.1. Eleştirel Düşünme                                                     | 23 |
| 1.1.9.2. Eleştirel Düşünmenin Eğitimdeki Yeri                                  | 24 |
| 1.1.10. Fizik Eğitiminde Kavramlar ve Kavramsal Anlama                         | 26 |
| 1.1.10.1. Fizik Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Anlamanın Ölçülmesi | 28 |
| <b>1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi</b>                                        | 29 |



|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| 1.3. | Problem Cümlesi | 31 |
| 1.4. | Alt Problemler  | 31 |
| 1.5. | Sayıtlar        | 33 |
| 1.6. | Sınırlılıklar   | 33 |
| 1.7. | Tanımlar        | 34 |
| 1.8. | Kısaltmalar     | 34 |

## BÖLÜM II

|      |                                                                       |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.   | İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR                                          | 35 |
| 2.1. | Kuantum Fiziği Öğretimi Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar         | 35 |
| 2.2. | Probleme Dayalı Öğretim Yöntemi Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar | 40 |
| 2.3. | Eleştirel Düşünme Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar               | 44 |

## BÖLÜM III

|        |                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------|----|
| 3.     | YÖNTEM                                                | 48 |
| 3.1.   | Araştırma Modeli                                      | 48 |
| 3.2.   | Evren ve Örneklem                                     | 49 |
| 3.3.   | Veri Toplama Araçları                                 | 51 |
| 3.3.1. | Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi | 51 |
| 3.3.2. | Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği                        | 55 |
| 3.4.   | Deney Deseni                                          | 56 |
| 3.5.   | İşlem Yolu                                            | 57 |
| 3.6.   | Denel İşlemler                                        | 57 |
| 3.6.1. | Deney Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler              | 58 |
| 3.6.2. | Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler            | 59 |
| 3.7.   | Veri Çözümleme Teknikleri                             | 59 |

## BÖLÜM IV

|      |                                                                                                                       |    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.   | BULGULAR VE YORUMLAR                                                                                                  | 61 |
| 4.1. | Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki | 61 |

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki  | 63 |
| 4.1.2. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki       | 64 |
| 4.1.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki      | 66 |
| 4.2. Deney Grubu ve Kontrol Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişki                                                          | 67 |
| 4.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki                                    | 69 |
| 4.4. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki                                    | 70 |
| 4.4.1. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki | 71 |
| 4.4.2. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki      | 72 |
| 4.4.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki     | 74 |
| 4.5. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişki                                                   | 75 |
| 4.6. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki                                   | 77 |
| 4.7. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki                                               | 78 |
| 4.7.1. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki                        | 80 |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.7.2. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT            | 81        |
| Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki                 |           |
| 4.7.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT            | 82        |
| Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki                |           |
| <b>4.8. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası</b>   | <b>84</b> |
| Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki                                   |           |
| 4.8.1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT          | 85        |
| Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki            |           |
| 4.8.2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT          | 86        |
| Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki                 |           |
| 4.8.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT          | 88        |
| Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki                |           |
| <b>4.9. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası</b>     | <b>89</b> |
| Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki                                  |           |
| <b>4.10. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası</b>  | <b>90</b> |
| Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki                                  |           |
| <b>4.11. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve</b> | <b>92</b> |
| Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlama Düzeyleri ve Eleştirel Düşünme            |           |
| Tutumları Arasındaki İlişki                                                    |           |

## **BÖLÜM V**

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER</b>                                | <b>94</b>  |
| <b>5.1. Sonuçlar ve Tartışma</b>                                     | <b>94</b>  |
| 5.1.1. Kavramsal Anlama Düzeyi Üzerindeki Sonuç                      | 95         |
| 5.1.2. Eleştirel Düşünme Tutumu Üzerindeki Sonuç                     | 97         |
| 5.1.3. Kavramsal Anlama ve Eleştirel Tutum Arasındaki İlişki         | 100        |
| <b>5.2. Öneriler</b>                                                 | <b>101</b> |
| <b>KAYNAKÇA</b>                                                      | <b>102</b> |
| <b>EKLER</b>                                                         | <b>118</b> |
| EK-1. İşlem Zaman Çizelgesi                                          | 118        |
| Ek-2. Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT) | 119        |
| Ek-3 Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ). ve Kullanım İzni         | 123        |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Ek-4. Hedef Davranışlar                               | 125 |
| Ek-5. Ders Anlatım Materyali                          | 131 |
| Ek-6. KFYKAT Geliştirilmesi Etik İzin Raporu          | 142 |
| Ek-7. Probleme Dayalı Öğretimde Öğrenci Materyalleri  | 143 |
| Ek-8. Probleme Dayalı Öğretimde Öğretmen Materyalleri | 146 |
| Ek-9 Uygulama Etik İzin Raporu                        | 152 |
| EK-10 Orjinallik Raporu                               | 153 |



## TABLO LİSTESİ

| Tablo No   |                                                                                                                                                               | Sayfa No |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Tablo 3.1. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren T-Testi Sonuçları                        | 50       |
| Tablo 3.2. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren T-Testi Sonuçları                 | 50       |
| Tablo 3.3. | KFYKAT Maddelerinin Madde Güçlük İndeksleri                                                                                                                   | 54       |
| Tablo 3.4. | Deney Deseni                                                                                                                                                  | 56       |
| Tablo 4.1. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren T-Testi Sonuçları                        | 62       |
| Tablo 4.2. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları         | 62       |
| Tablo 4.3. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren T-Testi Sonuçları                   | 63       |
| Tablo 4.4. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi<br>Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları    | 64       |
| Tablo 4.5. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki<br>İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                | 65       |
| Tablo 4.6. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki<br>İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları | 65       |
| Tablo 4.7. | Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama<br>Öncesinde KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki<br>İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları              | 66       |

|             |                                                                                                                                                           |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.8.  | Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları | 67 |
| Tablo 4.9.  | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları                     | 68 |
| Tablo 4.10. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları                   | 68 |
| Tablo 4.11. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                   | 69 |
| Tablo 4.12. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları    | 69 |
| Tablo 4.13. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                         | 70 |
| Tablo 4.14. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları          | 71 |
| Tablo 4.15. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                    | 71 |
| Tablo 4.16. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları     | 72 |
| Tablo 4.17. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                 | 73 |

|             |                                                                                                                                                                        |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.18. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları               | 73 |
| Tablo 4.19. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                              | 74 |
| Tablo 4.20. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları               | 75 |
| Tablo 4.21. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları                                 | 76 |
| Tablo 4.22. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları                               | 76 |
| Tablo 4.23. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                               | 77 |
| Tablo 4.24. | Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları                | 78 |
| Tablo 4.25. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                         | 78 |
| Tablo 4.26. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları | 79 |
| Tablo 4.27. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları          | 80 |

|             |                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.28. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları | 81 |
| Tablo 4.29. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                              | 81 |
| Tablo 4.30. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları      | 82 |
| Tablo 4.31. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                             | 83 |
| Tablo 4.32. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları     | 83 |
| Tablo 4.33. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                     | 84 |
| Tablo 4.34. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları                             | 85 |
| Tablo 4.35. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                      | 85 |
| Tablo 4.36. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları                              | 86 |



|             |                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.37. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                               | 87 |
| Tablo 4.38. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları                                       | 87 |
| Tablo 4.39. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                               | 88 |
| Tablo 4.40. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları                                       | 89 |
| Tablo 4.41. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                                  | 89 |
| Tablo 4.42. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları                                          | 90 |
| Tablo 4.43. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları                                                                | 91 |
| Tablo 4.44. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi                                                  | 91 |
| Tablo 4.45. | Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları ile Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları | 92 |

|             |                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 4.46. | Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları ile Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları | 93 |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



## ÖZET

### **Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yönteminin Kuantum Fiziği ‘Klasik Fiziğin Yetersizlikleri’ Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması**

Bu araştırmamın amacı öğrencilerin günlük hayat ile ilişkilendirmekte zorlandıkları Kuantum Fiziği dersi kapsamında yer alan Klasik Fiziğin Yetersizlikleri (Siyah Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması) konusunun Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yöntemi ile öğretiminin eğitim fakültesi lisans programında eğitim gören öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeyleri ve eleştirel düşünme tutumlarına etkilerinin araştırılmasıdır.

Çalışmada yarı deneysel araştırma modellerinden olan ön test –son test kontrol gruplu desen uygulanmıştır. Araştırmanın uygulanması basamağında deney grubunda probleme dayalı öğretim yöntemi ile kontrol grubunda ise araştırmacı tarafından geliştirilen ders anlatım materyali kullanılarak geleneksel öğretim yöntemi ile dersler yürütülmüştür. Çalışmanın deney ve kontrol grubunu Türkiye’de bir devlet üniversitede öğrenim gören fen bilgisi öğretmenliği 2. sınıf A ve B şubelerinde bulunan benzer özelliklere sahip öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma grubunun kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan veri toplama aracı araştırmacı tarafından 2017-2018 güz döneminde geliştirilen üç aşamalı Klasik Fiziğin Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)’dır. Çalışmada eleştirel düşünme tutumunu ölçmek amacıyla kullanılan veri toplama aracı ise likert tipi bir ölçek olan Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ)’dir. Araştırmada elde edilen verilerin istatistik analizinde SPSS 22.0 programı kullanılmış ve Bağımsız Örneklem T-Testi, İlişkili Örneklem T-Testi, Mann-Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar testinden yararlanılmıştır.

Uygulama sonunda her iki öğretim yönteminin de kavramsal anlama düzeylerini olumlu yönde geliştirdiği ancak deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinden daha iyi olduğu ve probleme dayalı öğretim yönteminin kavramsal anlama üzerine etkisinin geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üç aşamalı KFYKAT’nin her üç aşamasında da hem deney grubu hem de kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonunda uygulama öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu ancak deney grubundaki öğrencilerin her aşamada kontrol grubundaki öğrencilere göre anlamlı bir düzeyde daha yüksek puanlar aldıkları

görülmüştür. Bunun yanında EDTÖ ile yapılan ön test ve son test puanları analiz edildiğinde iki grubun da uygulama öncesi ve uygulama sonrası eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığı, probleme dayalı öğretim yönteminin ve geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme tutumu üzerine etkisinin olmadığı bulunmuştur. Bu çalışma öğretimi ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi son derece güç olan kuantum fiziği dersinde probleme dayalı öğretim yönteminin uygulanması açısından önemlidir ve özgündür.

**Atakan ÇOBAN, 2018**



## ABSTRACT

### **Investigation of the Effects of Problem Based Education (PBT) on Teaching of “Insufficiencies of Classical Physics” in Quantum Physics**

The purpose of this research is to investigate the effects of Problem Based Learning on conceptual understanding levels of teacher candidates and their critical thinking attitudes relating the Lack of Classical Physics subject (Black Body Image, Photoelectric Event and Compton Scatter) of quantum physics which students have certain difficulties to associate with everyday life.

In this study, pre-test and post test control grouped design within the semi-experimental research model were used. Students were educated using the problem based learning method in the experimental group and the traditional teaching method using the teaching material developed by the researcher is employed in the control group. The study group consists of teacher candidates who have similar qualifications from department of pre-service Science Teacher at a State University in Turkey. The data collection tool used to determine the level of conceptual understanding of the teacher candidate by the three-stage “Lack of Classical Physics Conceptual Understanding Test” (LCPCUT) developed by the researcher during the fall semester of 2017-2018. The other data collection tool used to measure the critical thinking attitude in the study is named as “Critical Thinking Attitudes Scale” (CTAS). Statistical analysis of the obtained data is achieved by SPSS 22.0 program and specifically Independent Sample T-Test, Related Sample T-Test, Mann-Whitney U test, Wilcoxon Marked Rank tests were conducted.

As a conclusion, it was found that both teaching methods improved the conceptual understanding levels positively but that the conceptual understanding levels of the experimental group were significantly higher than the control group students and that the problem based learning method had better effect on the conceptual understanding than the traditional teaching method. In all three stages of the three-stage LCPCUT, it was observed that both the experimental group and the

control group students were statistically significantly better, but the students in the experimental group had significantly higher scores than the control group students at each stage. In addition, when pre-test and post-test scores of CTAS were analysed, it was found that there was no meaningful difference between pre-and post-test on critical thinking attitudes of the two groups and it was clearly seen that the both problem based learning method and the traditional teaching method had no effect on students' critical thinking attitude. This study is important and indispensable for the implementation of the problem based learning method in the teaching of quantum physics, which is quite critical to relate everyday life.



**Atakan ÇOBAN, 2018**

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Bu araştırmada Fizik Eğitimi Alanı içerisinde Probleme Dayalı Öğretim Yönteminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine ve eleştirel düşünme tutumlarına etkisi incelenmiştir. Bu bölümde araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi, araştırma problemi ve alt problemleri, sayıtları, sınırlılıkları, ilgili tanımlar ve kısaltmalar kapsamlı olarak anlatılmıştır.

#### 1.1. Problem Durumu

##### 1.1.1. Fizik Eğitimi

Fizik, doğada mevcut madde veya enerji içeren kavramları, olayları uzay ve zaman değişkenleri açısından araştırarak mantıklı açıklamalar üretmeye çalışan en temel doğa bilimidir. Bu tanımından da anlaşılabilceği gibi fizik içerdiği birçok alt dalıyla birlikte gündelik yaşantımızın tamamında karşımıza çıkmaktadır. Fizik içerisinde farklı fiziksel olgularla ilgilenen 8 adet alt dal sırasıyla ‘mekanik, termodinamik, elektrik, manyetizma, optik, atom fiziği, nükleer fizik ve katı hal fiziği’ olarak isimlendirilmektedir. Mekanik alt dalı cisimlerin nasıl hareket ettiklerini ve nasıl etkileştiklerini, termodinamik alt dalı enerjinin madde içinde nasıl

yayıldığını ve nasıl iletildiğini, optik alt dalı ışıkla ilgili olayları, elektrik alt dalı yüklü parçacıkların hareketini, manyetizma alt dalı manyetik maddeleri ve elektrik akımından oluşan manyetik alanları, katı hal fiziği alt dalı yoğun haldeki maddelerin fiziksel özelliklerini, atom fiziği alt dalı atom altı parçacıkların etkileşimini ve nükleer fizik alt dalı atom çekirdeğinin yapısını ve kararsız çekirdeklerin nasıl ışıma yaptığını inceler.

Fizik eğitimi, fizik alanı içerisinde var olan kavramlar, olaylar ve kavramlar arası ilişkilerin öğrencilere ve topluma nasıl daha iyi aktarılacağını bilimsel metotlarla araştıran bir eğitim alanıdır. Bu eğitim alanına verilen önem ile toplumların teknolojik gelişmişlik seviyesi arasında bariz olarak görülebilen bir doğru orantı bulunmaktadır. Bir ülkenin kendisini dış dünyaya karşı güçlendirmesi, kaynaklarını doğru kullanması ve ekonomik özgürlüğe sahip olabilmesi gibi hususlar ülkenin geliştireceği teknolojik aktiviteye bağlıdır (Ayvacı ve Bebek, 2018). Günümüzde bilimsel eğitime ve özellikle de fizik eğitimine büyük önem veren Amerika, Almanya, Rusya, Çin gibi ülkelerin teknolojik olarak gelişmişlik seviyesine bakıldığı zaman etkili fizik eğitiminin önemi net olarak görülebilmektedir. Bu ülkelere paralel olarak ülkemizde de 2013 yılında eğitim ve öğretim programında yeniliğe gidilmiştir. Yeni programın hedefi fiziğin yaşamın kendisi olduğunun farkına varmış, karşılaştığı problemleri bilimsel yöntemler yardımıyla çözebilen, fiziğin teknoloji, toplum ve çevre ile olan ilişkisini anlayabilen, teknoloji çağının gerektirdiği bilgi ve becerilere sahip bireyler yetiştirmektir (MEB, 2013).

Öğretmenin yeterli donanıma sahip olması, öğrencilerin derse ilgisini çekmek ve öğrenmeye isteklerini maksimum seviyede tutmak etkili fizik eğitimi için en büyük gerekliliklerin başında gelmektedir. Öğrencilerin derse ilgisini çekebilmek ve öğrenmeye isteklerini artırabilmek için mümkün olduğunca sınıf içi uygulamalara yer verilmesi gerekmektedir. Bunun nedenlerinden biri fiziğin uygulamalı bir bilim olması, diğeri de fizik ile yeni tanışan bir öğrencinin fiziğin günlük hayatın her yerinde karşısına çıktığının farkına vardığında fiziğe karşı motivasyonunu artıracığıdır.

Fizik Dersi içeriğinde birçok kavram, denklem ve konu barındırmaktadır ve bunların öğrencilere hedefler doğrultusunda eksiksiz olarak aktarılması zaman zaman



başarısızlıkla sonuçlanabilmektedir. Karşılaşılan bu zorlukların nedenlerinden bazıları fizik dersinin karmaşık yapısı, içerdiği kavramlar, ağır matematik ve bu kavramların günlük hayatla ilişkilendirilememesidir. Bu zorluklar arasından en kritik role sahip olanı fiziğin içerdiği kavramların anlaşılmasıdır. Çünkü kavramsal anlama fiziksel bir olgunun öğretiminde temel hedeftir. Konu ile ilgili diğer tüm öğrenme bu kavramsal anlama üzerine inşa edilir. Bu noktada eksik veya yanlış öğrenilen bir kavram sonrasında konuda başarılı bir öğrenme gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Fiziksel kavramları öğrencilerin çoğu günlük hayatla ilişkilendirmekte zorluk yaşamaktadır. Günlük hayatımızda iç içe yaşadığımız konuları barındıran bir dersi günlük hayatla ilişkilendiremedikleri için öğrencileri suçlamak pek de doğru olmaz. Bu noktada öğretmenin öğrencilere iyi bir rehber olması gerekmektedir. Diğer bir zorluk olan fizik kanunlarının denklemlerle ifade edilmiş şekli olan matematiksel ifadeler de ders içerisinde önemli bir yere sahiptir ve bazen oldukça karmaşık olabilen bu denklemler öğrencilerin gözünde fiziğe karşı bir önyargı oluşturabilmektedir (Ayvaci ve Bebek, 2018). Bu denklemleri daha rahat kullanabilmesi için öğrencilerin mutlaka yeterli düzeyde matematiksel altyapıya sahip olması gerekmektedir.

Sonuç olarak günlük yaşamda madde ve enerji arasındaki etkileşimi inceleyen fizik bilim dalının etkili öğretilmesi ve fizik bilgisi gelişmiş bireyler yetişmesi oldukça önemlidir ancak bazı olumsuzluklar nedeni ile bazen hedeflenen sonuçlara ulaşılmasında güçlükler yaşanmaktadır.

### **1.1.2. Modern Fizik ve Modern Fizik Öğretimi**

Fizik dersi içerisinde öğretiminde zorluklar yaşanan en önemli alt alanlardan biri de modern fiziktir. Modern fizik doğayı anlamak amacı çerçevesinde geleneksel ve alışlagelmiş soruları sormaktan artık vazgeçmemiz gerektiğini söyler. Bu söyleyişten doğayı anlamak adına modern fizik kavramlarının ve kavramların felsefi yorumlarının iyi bilinmesinin gerekliliği anlaşılmaktadır. Günümüzde lise düzeyinde eğitim veren çoğu öğretmen bu kavramlar karşısında düşük bir kavramsal anlama düzeyine sahiptir. Bu öğretmenlerin okullarda eğitim verdiği düşünüldüğünde yetişen

bireylerin bu kavramlara karşı yüksek ilgi sahibi olmaları beklenmemektedir (Abdurrahman ve diğer., 2018). Bu nedenle öğretmen yetiştiren üniversitelerde modern fiziğe daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Çünkü modern fizik, klasik fiziğin bilindik kalıplarının ötesinde değerlendirilmesi ve yorumlanması gereken kapsamlı ve bir o kadar da önemli bir alt alandır. Modern fizik, genellikle soyut kavramlar ve ağır matematiksel içeriği nedeniyle üzerinde daha fazla düşünülmesi gereken bir alan olarak görülmektedir. Özellikle modern fiziğe ait olan kavramların öğrenilmesi ve yapısının anlaşılması, öğrencilerin sorun yaşadığı konuların başında gelmektedir. Modern fizik, özellikle 1900’lü yılların başında bazı deneysel bulguların o zamana kadar bilenen klasik fizik yasaları ile açıklanamaması neticesinde ortaya çıkan ve pek çok fizik alt dalının temelini oluşturan bir fizik alt bilim dalıdır (Didiş, Özcan ve Abak, 2008).

Kuantum fiziği, modern fizik içinde değerlendirilebilecek ve genel anlamda mikrometre boyutlarının altına inildiğinde madenin derinliklerinde var olan kavramları ve olayları inceleyen teorinin adıdır. Dolayısıyla içerdiği kavramlar ve sahip olduğu karmaşık matematik denklemler nedeniyle hem anlaşılması hem de öğretilmesi noktasında önemli güçlüklerle karşılaşmaktadır. Kuantum fiziği maddenin derinliklerinde nanometre mertebesinde var olan temel parçacıkların genel davranışlarını incelemektedir. İncelediği parçacıklar çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıklar olduğundan birçok birey tarafından günlük hayatta uygulamasının olmadığı düşünülse de, günümüzde kullanılan bilgisayar teknolojisi, iletişim teknolojileri, lazer teknolojisi ve nükleer enerji gibi alanların temelini oluşturmaktadır (Kızılcık ve Yavaş, 2017). Günümüzde pek çok uygulaması olmasına rağmen öğretmenlerin kuantum fiziğini yeterince anlayamaması ve buna bağlı olarak öğrencilere istenilen seviyede aktaramaması nedeniyle kuantum fiziği ve modern fizik gereken popülerliğe sahip değildir (Özcan ve diğer, 2009).

Kuantum fiziği konuları içerisinde yer alan “Siyah Cisim Işınması” konusu kuantum fiziğinin ortaya çıkması aşamasında atılan ilk adımdır demek yanlış olmaz. 1900’lü yılların başında ampulün icadı ve yaygın olarak kullanılmaya başlaması ile birlikte belirli bir sıcaklığa sahip olan cisimlerin yaydığı ışıma daha çok ilgi çekmeye başlamıştır. Bu yıllarda konuyla ilgili yapılan deneyler sonucu elde edilen bulguları

mevcut fizik bilgisi ile doğru bir şekilde açıklamanın mümkün olmadığı fark edildi. O zamanki fizik yasalarına göre sıcaklığı artırılan cismin yaydığı ışımanın enerjisi de sıcaklıkla doğru orantılı olacak şekilde sürekli artmalıydı. Ancak deneysel bulgulara sıcaklık arttıkça ışıma frekansının önce belli bir değere kadar arttığı ardından sıcaklık artırılmaya devam ettiğinde ışıma frekansının bir maksimum değere ulaştıktan sonra azalmaya başladığı gözlemlenmekteydi. Deneysel bulgular ile açıklama arasında karşılaşılan bu uyumsuzluk deterministlik paradigmadan vazgeçilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Bu duruma çözüm Max Planck “enerji sürekli değil kesikli bir yapıya sahiptir ve ışık foton denilen  $E=hf$  enerjili parçacıklardan oluşmuştur” fikri ile çözüm getirdi ve bu sayede indeterministlik (nedenselliğe dayanmayan) paradigmanın önü açılarak kuantum fiziğinin temelleri atılmış oldu (Aksakallı ve diğer, 2016).

İlerleyen tarihlerde klasik fizik bilgisi ile deneysel bulgularla uyumlu olacak şekilde doğru açıklanamadığı fark edilen bir diğer konu da “Fotoelektrik Olay” olmuştur. Bu konuda Albert Einstein, Max Planck’ın kesikli enerji fikrine sırtını dayayarak klasik fizik yasaları yerine yeni ve deneyle uyumlu bir açıklama getirmiştir. Fotoelektrik olay üzerine belirli frekans değerlerinde ışık düşürülen bir metal plakadan elektron kopmasını inceler. Klasik açıklama kopan foto elektronların enerjilerinin gelen ışığın şiddetine bağlı olduğunu söyleyerek deneyle uyumsuz bir duruma düşmekteydi. Einstein bu açıklama yerine kopan foto elektronların kinetik enerjilerinin gelen ışığın frekansına -burada Planck’ın foton için önerdiği  $E=hf$  enerjili foton fikrini kullanmıştır- bağlı olduğunu söyleyerek deneysel bulgular ile uyumlu bir önerme ortaya atmıştır (Serway ve Beichner, 2011).

Klasik fizik açıklamaları ile açıklanamayan olaylardan biri de “Compton Saçılması” olayıdır. Compton saçılmasında X-ışınlarının madde ile etkileşimi incelenmektedir. X-ışını fotonunun durgun bir elektron üzerine gönderilerek bu elektron üzerinden saçılması gözlenmiş ve gelen fotonun dalga boyunun saçılmaya uğrayan fotonun dalga boyundan daha küçük olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu sonuç klasik açıklamalara göre beklenmedik bir sonuçtur çünkü klasik açıklamalara göre fotonun dalga boyunda herhangi bir değişim olmamaktadır. Bu uyumsuzluğa çözüm 1923 yılında Compton’un, fotonun bir parçacık olması nedeniyle enerjisinin

yanında momentumunun da olacağı ve bu çarpışmada enerji ve momentumun korunması gerektiği fikrine dayanarak geliştirdiği deneysel bulgular ile uyumlu olan denklem ile geldi (Serway ve Beichner, 2011).

Yapılan çalışmalarda araştırmacıların modern fiziğin kavramsal içeriğinin öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyinin düşük olduğu görülmüştür (McDermott ve Redish, 1999) ve düşük olmasının nedenleri bu şekilde sıralanmıştır:

1. Öğrenciler modern fizik içerisinde yer alan kavramları kafalarında canlandırmakta zorlanmaktadır.
2. Öğrenciler modern fiziğe ait olguları günlük hayat ile ilişkilendirirken zorlanıyorlar ve çoğu zaman yanlış ilişkiler kurarak yanlış öğrenme gerçekleştiriyorlar.
3. Modern fizik dersi öğretiminde yapılan planlama hatası.
4. Öğretim stratejilerinde açığa çıkan sorun ve ders anlatımında görselleştirmekten kaçma.

Sonuç olarak modern fiziğin klasik fizikten tamamıyla farklı olan soyut içeriği ve matematiksel yapısından dolayı yaygın kullanılan geleneksel yöntemlerle bu dersin işlenişi çok da yeterli kazanımları sağlayamayacağı görülmektedir (Didiş, 2012). Modern fiziği anlama düzeylerinde görülen bu eksiklikleri gidermede çağdaş öğretim yöntemlerinin gerekliliği öne çıkmaktadır.

### 1.1.3. Eğitim Felsefesi

Eğitim ve felsefe birbiri ile alakalı olan iki kavramdır (İşler, 2016). Eğitim tanım olarak bireye davranışlarında belli bir alanda amaçlı olarak istenilen bilgi ve beceri kazandırma işidir (Ergün, 2009). Felsefe de bilginin bilimsel olarak araştırılmasıdır denebilir. Ünlü eğitim filozofu John Dewey (1961), eğitim ve felsefenin ilişkisi hakkında “Eğitimi, doğaya ve insanlara yönelik zihinsel ve duygusal temel eğilimleri geliştirme süreci olarak ele alıyorsak, felsefe de genel bir eğitim kuramı olarak tanımlanabilir” yorumunu yapmıştır. Süreç olarak ele alınacak olursa Eğitim Felsefesi eğitime engel olan sorunlar kadar, eğitimi yönlendiren

kavramlar, düşünceler ve ilkelerin açıklanması etkinliği olarak görülebilir (Ertürk, 1988; Kocabaş, 2014). Eğitimin etkinliğini artırabilmek için yürütülen eğitim sürecinin mutlaka eğitim felsefelerinden en az birine dayanması gerekmektedir. Her hangi bir felsefe benimsenmeden yürütülen bir eğitim sürecinin beklenen hedef davranışları karşılaması pek mümkün değildir.

Günümüzde eğitim felsefeleri üzerine herkesin ortak bir noktada bulunduğu dört temel felsefe Daimicilik (Prennialism), Esasicilik (Essantialism), İlerlemecilik (Progressivism) ve Yeniden Kurmacılık (Reconstructionism) olarak isimlendirilmektedir.

*Daimicilik:* Bu felsefeyi savunanlara göre eğitimin amacı rasyonel kişileri eğitmek, üstün zekâlı kişiler yetiştirmek ve akıllı kişileri seçmektir. Felsefenin eğitim programındaki odak noktaları klasik konular, edebi çözümlemeler ve sabit programdır. Sahip olduğu temel ilkeler ise:

- Değişmeyen evrensel bir eğitim.
- Entelektüel eğitim.
- Eğitim hayatın bir kopyası değil, ona hazırlıktır.
- Çocuklara dünyanın hem manevi hem de maddi gerçeklerini tanıtabilecek bilgiler verilmelidir.
- Büyük kitaplar eğitimi.

*Esasicilik:* Bu felsefi görüş altında toplananların ortak fikri eğitimin amacının bireylerin zihinsel gelişimlerine yardımcı olmak ve yetenekli kişileri eğitmektir. Eğitim programındaki odak noktası ise okuma, yazma, sayma gibi temel beceriler ve ana dil, fen, tarih, matematik, yabancı dil gibi temel konulardır. Sahip olduğu temel ilkeler:

- Öğrenmenin doğasında çok sıkı çalışma ve çoğu zaman zorlama vardır.
- Eğitimde ve öğretimde girişim öğrenciden çok öğretimde olmalıdır.
- Eğitim sürecinin özünü konu alanının çok iyi özümlemesi oluşturur.
- Okulda zihinsel disiplin yaklaşımının geleneksel yöntemleri kullanılmalıdır.

*İlerlemecilik:* Bu felsefede ortak görüş eğitim amacının demokratik ve sosyal yaşam geliştirmek olduğudur. Programdaki odak noktası ilgili programlar, Hümanistik eğitim ve radikal eğitim reformudur. Sahip olduğu temel ilkeler:

- Eğitim aktif ve çocuğun ilgilerine göre olmalıdır.
- Öğretimde problem çözme yöntemi esas alınmalıdır.
- Okul yaşama hazırlık olmaktan çok, yaşamın kendisi olmalıdır.
- Öğretmenin görevi yönetmek değil, rehberlik etmektir.
- Okul, öğrencileri yarıştırmaktan çok işbirliğine özendirmeli ve yönetmelidir.
- Demokratik eğitim ortamı.

*Yeniden kurmacılık:* Bu felsefi görüşte toplananlara göre eğitimin amacı toplumu yeniden yapılandırmak ve geliştirmektir. Programdaki odak nokta eğitimde fırsat eşitliğinin yeniden kavramsallaştırılmasıdır. Bu akımın önemli bir özelliği eğitimin davranış bilimlerinin bulgularına dayalı bir şekilde yeniden inşa edileceğine inanılmasıdır.

Bu çalışmada kullanılan PDÖ yönteminin içeriği açısından çalışma süresince en temel olarak ilerlemecilik eğitim felsefesi ve bunun yanında yeniden kurmacılık eğitim felsefesi benimsenmiştir.

#### 1.1.4. Öğretim Kuramları

Bir ülkenin gelişmişlik seviyesi ile o ülkedeki eğitim arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Günümüzde gelişmiş olduğu herkes tarafından kabul edilen ülkeleri incelediğimizde tümünde eğitime son derece önem verildiği görülmektedir. Bu nedenle nitelikli insan gücü üretmek hedefi ile tüm uluslar eğitime büyük önem vermektedir (Mutlu, 2008). İnsanlar tüm yaşantıları boyunca çevreleri ile girdikleri etkileşimler sonucunda çıkardıkları sonuçlara göre sürekli kazanım halindedirler. Öğrenmenin temelini bu yaşantılarından ulaştıkları sonuçlar oluşturur. Genel anlamda düşünüldüğü zaman öğrenme kişilerde davranış değişikliği meydana getirmek amacıyla geçen süreç olarak tanımlanabilir. Bu süreçte de etkili öğrenmeyi sağlayabilmek için öncelikle öğrenmenin nasıl gerçekleştiğinin belirlenmesi önemli

bir adımdır. Bu amaçla eğitimde pek çok öğrenme kuramı geliştirilmiştir Başlıca öğretim kuramları (Öden, 2000), Davranışçı Kuramlar, Bilişsel Kuramlar, Duyuşsal Kuramlar ve Yapılandırmacı Kuramlar olarak sıralanmaktadır.

Öğrenmenin nasıl olduğu bilişsel ve davranışçı kuramlarla açıklanmaya çalışılmaktadır. Bilişsel kuramcılara göre öğrenme, bireyin zihnine ulaşan bilgilere anlam vermesiyle gerçekleşmektedir. Bu anlam verme bireyin ön öğrenmesine ve dış ortamın birey üzerindeki etkisine göre değişmektedir.

Bunlar içerisinde Fen dersi için en popüler olanlar Jean Piaget, Jerome Bruner, Robert Gagné ve David Ausubel'in geliştirdiği kuramlardır. Piaget'in öğrenme üzerine yaptığı açıklama yaşa bağlı bir süreç olarak kabul eden zihinsel gelişim kuramına dayanmaktadır. Bruner, ilgili bir kavramın öğretilmesi sürecinde izlenecek adımların kavramın adı, tanımı, özellikleri ve ilgili örnek verilmesi şeklinde olması gerektiğini savunmuştur. Gagné ilgili konu ile ilgili hedef ve hedef davranışların derse başlamadan önce yazılması fikrini öne atmıştır. Ausubel ise eğitime başlamadan önce öğrencilerin sahip olduğu bilgi birikiminin belirlenip ders planlanmasının ona göre yapılması gerektiğini savunmuştur. Bu kuramlar öğrencilere bilginin hazır olarak verildiği, bireysel öğrenme ortamları içeren geleneksel öğretim kapsamı içerisinde sayılabilir.

Yapılandırmacı kuram ise öğrencilerin mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgilere ulaşmalarını, öğrenmeyi ve kendine özgü bilgi oluşturmayı açıklamaya çalışmaktadır (Hand ve Treagust, 1991; Appleton, 1997; Özmen, 2004). Bu çalışmada yapılandırmacı kuram temel alınmıştır. Yapılandırmacı kuram son zamanlarda sıkça kullanılmıştır. Yapılandırmacı kuram alışılmışın dışında, öğrenmenin nasıl olduğuyla alakalı bir kuramdır. Yapılandırmacı kuram Wittrock tarafından geliştirilmiştir ve Ausubel'in "öğrenmenin bağlı olduğu en önemli değişken öğrenenin sahip olduğu bilgi birikimidir" görüşüne dayanmaktadır. Günümüzde içerisinde bulunduğumuz teknoloji çağı gereği yaşantımız içerisine pek çok yenilik ve kolaylık sağlayan aletler girmiştir. Bilimin yapısı göz önünde bulundurulduğunda ileride daha da gelişmiş çağların bizleri beklemekte olduğu görülmektedir. Bu çağlara ulaşabilmek için sorgulayan, araştıran, üreten, karşılaştığı problemlere çözümler üreten bireyler yetiştirilmesi çok büyük öneme sahiptir.

Bu özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesi öğretim süreci içerisinde öğrencilerin öğretmenlerden daha aktif olduğu, öğretmenin öğrencileri bilgiye ulaştırmakta bir yol gösterici görevinde olduğu, öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaştıkları, öğretimle değil öğrenimle ilgilenen ve bilgiyi temelden kurmaya dayanan yapılandırmacı kuramın benimsenmesi ile mümkün olabilir (Bulut, 2008; Demirel 2005; Divarcı, 2016). Yapılandırmacı kuramın uygulandığı sınıf ortamında öğrenenlerin kendi öğrenmelerini kendilerinin sağlamasına olanak verilmektedir. Bu amaç adına uygulama sırasında drama, proje çalışmaları, tasarımıyarak öğrenme, öğreterek öğrenme, işbirlikli öğrenme gibi stratejiler kullanılmaktadır (Wilson, 1997; Dakdevir, 2011).

#### 1.1.5. Öğretim Yöntem ve Stratejileri

Bu öğrenme kuramları ışığında öğrenci farklılıklarından dolayı zaman ilerledikçe yeni öğrenme- öğretme yöntem ve stratejilere gerek duyulmuştur. Çok çeşitli halleri bulunan bu yöntem ve stratejiler öğrenme sürecini daha verimli bir hale getirmekte ve öğrenci başarısını olumlu yönde etkilemektedir (Tekışık, 2002). Bunlar içerisinde son zamanlarda en büyük popülerliğe sahip olanları öğrencilerin sınıfta aktif olduğu, kendi aralarında iletişim kurarak çalıştığı ve bilgiye kendilerinin ulaşabildikleri yöntem ve stratejilerdir (Özmen, 2004; Kanlı, 2009).

Başlıca öğretim yöntem ve stratejileri:

- *Sunuş Yoluyla Öğretim:* Öğretilmek istenen bilginin öğrencilere öğretmen tarafından direk olarak açıklayıcı, yorumlayıcı bir yaklaşımla öğretildiği stratejidir.
- *Buluş Yoluyla Öğretim:* Öğrencilerin belirli bir problemle ilgili verileri toplayıp analiz ederek soyutlamalara ulaştığı bu strateji öğrenci etkinliğine dayalı, güdüleyici bir öğretme stratejisidir.
- *Tartışma Yoluyla Öğretim:* Öğretmen rehberliğinde belirli bir konu hakkında tüm sınıfın görüşlerini açıkladıkları, birbirlerine soru sordukları ve bu soruları cevapladıkları bir öğretim stratejisidir.
- *İşbirliğine Dayalı Öğretim:* Öğrencilerin küçük gruplar halinde çalışarak birbirlerinin öğrenmesine yardım ettiği öğretim stratejisidir.



### 1.1.6. Öğretim Teknikleri

Öğretimin etkinliğini artırmak ve bilgiyi öğrencilere kazandırma amacı doğrultusunda öğretmenler tarafından çeşitli uygulamalar kullanılmaktadır. Etkili öğretimin sağlanması için öğretmenin alanında yeterli donanıma sahip olmasının yanında öğretme strateji, yöntem ve teknikleri hakkında da yeterli donanıma sahip olması ve onları uygulayabilmesi gerekmektedir. Bunları etkili bir şekilde uygulayamayan bir öğretmen alanına ne kadar hâkim olursa olsun öğrencilere hedeflenen davranışları kazandırmakta zorluklar yaşayabilir. Bu nedenle eğitim sürecine başlamadan önce, öğretmen tarafından hangi yöntem, strateji ve tekniğin kullanılacağına belirlenmesi oldukça önemlidir (Açıkgöz, 2009). Öğrenmeyi daha zevkli duruma getirebilmek için tüm öğretmenlerin öğretim strateji, yöntem ve teknikleri kullanılacak kilit değerler olarak görmesi gerekmektedir (McNeil ve Wiles, 1990).

Eğitim ortamında kullanılan başlıca öğretim teknikleri:

- *Düz Anlatım*: Öğretmenin konuyu açıklaması, öğrencilerin de dinlemesi ve not alması etkinliklerini içeren en eski yöntemlerden biridir.
- *Soru –Yanıt*: Öğretmen, öğrencilerin öğrenme durumlarını kontrol etmek için sorur sorar ve öğrencilerin soru sormasına izin verir.
- *Problem Çözme*: İlgili konu ile alakalı bir problem öğrencilere sunulur ve öğrencilerin bu probleme çözüm bulmaları istenir.
- *Tartışma*: Sınıfın bir başkanın rehberlik ettiği, ortak bir konu ya da problem üzerinde belli bir amaca yönelik, planlı toplantılar.
- *Karşılıklı Öğretim*: Öğretmen ve öğrenciler bir parçanın içeriği ile ilgili tartışmayı dönüşümlü olarak yönlendirirler ve onu hep birlikte anlamaya çalışırlar.
- *Yaratıcılık Grubu*: Öğrenciler başlangıçta analogiye hakim olabilecek seviyeye gelene kadar analogilerle oynarlar. Ardından analogileri problemlerin ve düşüncelerin üstüne gitmede kullanırlar.
- *Araştırma Yoluyla Öğretim*: Öğretmen önceden belirlediği, öğrencilerin ilgisini çekebilecek sorunlar bularak öğrencilerin bunları incelemelerini ister.

- Sunarak Öğretme*: Öğretmen, öğreteceği bilgileri en son şekliyle öğrencilere sunar.

- Keşfederek Öğrenme*: Öğrencilere konu ile alakalı bir biriyle bağlantılı örnekler sırayla verilir ve öğrencilerden bunlar arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri istenir.

- Eğitimsel Oyunlar*: Konu ile ilgili öğrencilerin eğlenerek öğreneceği oyunlar tasarlanır ve derste kullanılır.

- Rol Yapma*: Problemlerin hareketlerle gösterilmesi ve tartışılması.

- Örnek Olay İnceleme*: İlgili konudan gerçek olaylar seçilir, ortaya konur ve olayla ilgili tartışma açılır.

- Paylaşmalı Öğretme*: Konu öğrenci grubu içerisinde parçalara ayrılır ve her öğrenciye çalışması için bir parça verilir. Daha sonra öğrenciler kendi bölümlerini birbirlerine öğretirler.

Bu teknikler içerisinde bu çalışmada problem çözme, karşılıklı öğretim, araştırma yoluyla öğretim ve örnek olay inceleme yöntem ve teknikleri uygulamada kullanılacaktır.

### 1.1.7. Öğretmen Merkezli Yönteminin Eksiklikleri

Eğitimde kullanılan öğretim yöntemleri öğretmeni veya öğrenciyi eğitim sürecinin merkezine almasına göre öğretmen merkezli ve öğrenci olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır (Hançer ve diğer, 2003).

Öğretmen merkezli yöntemlerde:

- Genellikle işitme temelli öğrenmeler söz konusudur.
- Öğretmen merkezlidir, öğrenci pasiftir, ezber ağırlıklı öğretim söz konusudur.
- Daha çok bilişsel alanın bilgi ve kavrama basamağına yönelik uygulamalar vardır.
- İletişim ve etkileşim azdır, genellikle tek yönlüdür.

Eğitimde belirlenen hedef davranışların öğrencilere kazandırılması için yani öğrenmenin eksiksiz bir şekilde gerçekleşebilmesi için öğrencilerin konuya ilgisinin çekilmesi, konuyu merak etmesinin sağlanması ve öğrencinin motivasyonunun yüksek tutulması gerekmektedir (Kartal Taşoğlu, 2009).

Günümüz teknoloji çağında her bireyin elinde gelişmiş teknolojik aletler bulunmaktadır. Bu gruba öğrenciler de dâhildir. Gelişen teknoloji ile birlikte öğrencilerin ilgisini çeken pek çok yenilik ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu sebeple öğrencilerin ilgisini çeken şeyler değişmiştir ve öğrencilerin ilgisini derse çekmek zorlaşmıştır. Bundan yıllar önce her hangi bir teknolojik gelişme yokken bir öğretmenin sınıf ortamında yaptığı ilgi çekici bir çalışma günümüzde pek çok öğrencinin ilgisini çekmemeye başlamıştır. Sınıf ortamında eski aletlerden pek çoğu yerini teknolojik aletlere bırakmıştır. Ancak öğretim sürecinin en önemlisi olan öğretim yöntemi günümüzde pek çok okulda halen daha eski geleneksel tarzda devam etmektedir. Bu durumun teknoloji çağında sınıf ortamında öğrencilerin ilgisini çekmemesine şaşırmamak gerekmektedir. Bunun yanında geleneksel öğretim yöntemi öğrencilere bilgiyi direk vermektedir ve bu yüzden öğrencilere öğrenmeyi öğretmekte yetersiz kalmaktadır. Bu durumda da öğrencilerde hazır alıştırma durumları gözlemlenmekte ve bu yüzden öğrenciler daha az düşünen ve problem çözme yeteneği zayıf bireyler olarak büyümektedirler. Geleneksel öğretimde öğrenciler beceri ve yeteneklerine göre sınıflandırılmadan, tüm öğrenciler benzer yeterliliklere sahipmiş gibi düşünülerek eğitim süreci sürdürülmektedir. Bu durumda öğrenciler yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, araştırma yapma gibi becerilerini geliştirememektedir (Dahlgren ve diğer, 1998; Ngeow ve Kong, 2001; Yaman ve Yalçın, 2005).

Bu kadar olumsuz yanına rağmen günümüz eğitim sistemi içerisindeki kısıtlı ders saatleriyle hazırlanmış ders programları göz önünde bulundurulduğunda öğretmenlerin çoğu konuları yetiştirme amacı nedeniyle geleneksel öğretim yöntemlerini kullanmaktadır.

### 1.1.8. Probleme Dayalı Öğrenme

Son zamanlarda sık sık kullanılan yeni yöntemler öğrenci merkezli yöntemler sınıfında yer almaktadır ve bu yöntemler yapılandırmacı kuramı temel almaktadır. Yapılandırmacı kuramın genel özellikleri (Bulut, 2008; Demirel 2005; Divarcı, 2016):

- Bütün duyulara hitap eder.
- Öğrenci merkezlidir.
- Öğrenci aktiftir.
- Yapararak, yaşayarak öğrenme ve öğrenmeyi öğrenme önemlidir.
- Öğrencinin bütünsel açıdan gelişimi önemsenir.
- Öğrenmeler daha kalıcıdır.
- Araştırma inceleme ağırlıklıdır.
- Üst düzey zihinsel beceriler kazandırmak amaçlanır.
- Üst düzey düşünme becerileri ön plandadır.
- Öğretim ortamında iletişim ve etkileşim çok yönlüdür.
- Demokratik ortam yaratılır.

Yapılandırmacı kuram içerisinde yer alan yöntemler içerisinde en etkili olanlardan biri Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) yöntemidir. PDÖ yönteminde deyim yerinde ise öğrencilere balık verilmez, onlara balık tutmak öğretilir. Yani bilgi öğrencilere direkt olarak öğretmenler veya ders kitapları tarafından verilmez, bunun yerine öğrenciler bilgiye kendileri ulaşır. Öğrenciler 5-7 kişilik gruplara ayrılarak ilgili konu ile alakalı bir günlük hayat problemi ile karşı karşıya bırakılır ve bu probleme çözüm bulmak için grup içerisinde işbirliği içinde çalışarak araştırma yapmaları ve kendi öğrenmelerini gerçekleştirmeleri sağlanır (Sonmez ve Lee, 2003). Bunun yanında PDÖ içerisinde geleneksel öğretimde rastlanılan yoğunlukta dersten sıkılan öğrenciler görülmesi oldukça düşük bir ihtimaldir ve bu da dersin verimini artırmaktadır.

PDÖ içerisinde günlük hayat problemi öğrencilere bir okuma parçası içerisinde, bir örnek olay gösterimi ile, video vb. ile sunulur ve ilk olarak öğrencilerden problemi belirlemeleri istenir ve böylece öğrencilerin ilgisi çekilir ve öğrencilerde merak duygusu uyandırılır. Ardından bu probleme olası çözümler

üretmeye çalışan öğrenciler üst düzey düşünme becerilerini geliştirmeye başlar. Daha sonra buldukları çözümleri grup içerisinde tartışarak iş birliği içerisinde çalışmaya başlarlar. En sonunda gerekli araştırmalar ardından bilgiye kendileri ulaşarak probleme çözüm getirirler. Bu süreçler sonunda öğrenciler derse karşı daha tutkulu, problem çözme becerisi kazanmış, bilgiye kendileri ulaştıkları için daha öz güvenli ve üst düzey düşünme becerilerine sahip bireylere dönüşmektedirler.

PDÖ yöntemi, geleneksel öğretim yönteminin eksikliklerini gidermek ve onun yerine kullanılmak amacı ile ortaya çıkmıştır (Barrows, 2002). PDÖ ilk ortaya çıktığı dönem daha çok tıp fakültelerinde tıp öğrencilerinin eğitiminde kullanılmaktaydı. Bir öğretim yöntemi olarak PDÖ'nün ilk kullanımı 1950 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Case W. Üniversitesi Tıp Fakültesinde gerçekleşmiştir (Savery ve Duffy, 1995; Ayaz ve Ayaz, 2015). PDÖ yöntemi bir çok mühendislik alanında ve tıp alanında başarılı uygulamalara sahip bir yöntemdir. Bu bölümler dışında öğretmen adaylarının eğitimi için özellikle Kanada ve ABD'de öğretim programları PDÖ temel alınarak hazırlanmıştır (Açıkgöz, 2007; Kartal Taşoğlu, 2009).

#### **1.1.8.1. Probleme Dayalı Öğrenmede Öğrenme- Öğretme Süreci**

PDÖ sürecinde yer alan elemanlar öğrenci, öğretmen(eğitim yönlendiricisi) ve problemidir. Problemin yer aldığı senaryonun özelliği öğrenci sayısı, öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyesi ve öğrenci düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu durum da PDÖ yönteminin uygulanmasında farklı süreçlerin ortaya çıkabileceğini gösterir. Bu nedenden ötürü PDÖ için kullanılan çoğunlukla bir birlerine benzer özellikler taşıyan birden fazla süreç tanımlanmıştır.

Barrows ve Tamblyn (1980)'e göre PDÖ'nin ilk aşaması problem ile karşı karşıya kalma ve olası çözüm hipotezleri üretmektir. İkinci aşamada öğrenciler hangi bilgilere gereksinim duyduklarını ve bu bilgileri nasıl elde edebileceklerini belirlerler. Ardından üçüncü aşamada elde ettikleri bilgileri kullanarak daha önceden kurdukları hipotezler içerisinde doğru ve yanlış olanları belirlerler. Son aşama olan dördüncü aşamada ise neler öğrendiklerini gözden geçirirler.

Kaptan ve Korkmaz (2001)'a göre PDÖ aşamaları bu şekildedir:

1. Problemin tespit edilmesi ve tanımlanması
2. Problemin açık ve eksiksiz olarak açıklanması
3. Problemi çözmek için kullanılması gereken bilginin belirlenmesi
4. Bilgi toplamak için ihtiyaç duyulan kaynakların belirlenmesi
5. Olası çözümlerin oluşturulması
6. Çözümlerin incelenmesi
7. Çözümün raporlaştırılması ve sunulması

Kısaca açıklanacak olursa, PDÖ sürecinde bir konu ile alakalı öğrencilere bir birini takip eden ve farklı farklı problemler içeren senaryolar verilmektedir. Öğrenciler ilk olarak sınıf seviyesine göre kişi sayısı belirlenerek 5-7 kişilik gruplara ayrılır. Burada gruptaki öğrencilerin benzer özellikler taşıması sürecin işleyici açısından önemlidir. Ardından öğrencilere gerçek hayattan bir senaryo verilir ve problemi belirlemeleri beklenir. PDÖ'de problemin belirlenmesi aşaması oldukça önemlidir. Bu aşamada yanlış belirlenecek bir problem tüm sürecin boşa gitmesi demek olabilir. Bu nedenle öğrencilere sunulacak problem üzerinde titizlikle çalışmak ve düşünmek gerekmektedir. Problemin belirlenmesinin ardından öğrenciler bu problem ile ilgili ön öğrenmelerinden ve günlük hayat tecrübelerinden faydalanarak çözüm olabilecek hipotezler kurarlar. Daha sonra bu hipotezleri test edebilmek için ihtiyaçları olan bilgileri ve kullanmaları gereken kaynakları belirlerler. Kaynaklardan elde ettikleri bilgiler ışığında daha önce kurdukları hipotezleri test ederler ve probleme çözüm olabilecek hipotezleri belirlerler. Son olarak da öğrenmelerini tekrar ederek pekiştiren öğrenciler günün sonunda kendi öğrenmelerini gerçekleştirmiş ve bilgiye ulaşmış olurlar.

#### **1.1.8.2. Probleme Dayalı Öğrenmede Problemler ve Senaryolar**

PDÖ'nün en büyük öneme sahip ve verimini belirleyici faktörü öğrencilere sunulacak problem ve bu problemi içinde barındıran senaryolardır. Uygulama yapılacak konu belirlendikten sonra problem yazılırken çok dikkatli ve özenli olunmalıdır. Bunu yapan eğitim yönlendiricisinin ilgili konuda yeterli donanıma

sahip olması gerekmektedir. Problemin sahip olması gereken özelliklerden biri ilgili konuda yer alan hedef kazanımlara öğrencileri yönlendirebilecek nitelikte olmasıdır. Aksi takdirde öğrenci PDÖ sürecini başarılı bir şekilde tamamlasa bile sahip olduğu kazanımlar yetersiz olabilir. Problemin sahip olması gereken diğer özellik ise öğrencilerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri olaylardan oluşmasıdır (Deveci, 2002; Dağyar ve Demirel, 2015). Gerçek hayattan uzak olaylardan oluşmuş bir problem öğrencilerde probleme çözüm bulma isteği uyandırmayabilir. Ayrıca problem yazılırken öğrencilerin ön bilgilerinin neler olduğu da hesaba katılmalıdır ve bu ön bilgileri kullanarak süreçte yol almalarını sağlayacak bir problem belirlenmelidir. PDÖ uygulamasının yapılacağı çalışma grubunun düzeyi de dikkate alınarak, problemler yapılandırılmamış veya az yapılandırılmış olarak düzenlenmelidir (Boran ve Aslaner, 2008)

Korkmaz'a (2002) göre;

- Problem öğrencilerin ilgisini çekmeli ve onları problemi çözerek kavramı daha iyi anlamak için motive etmelidir.
- Konuyla ilgili gerçek yaşam problemleri kullanılmalıdır.
- Problem, çözüm için öğrencilerin mantıklı, bilgiye dayalı ve gerçek kararlar verebileceği şekilde seçilmelidir.
- Sunulan problemin grubun her üyesi tarafından benimsenecek özellikte olması gereklidir.
- Öğrencilerin ön öğrenmeleri ile ilişkili ve öğrencilerin çözüm bulmak için işbirliği içerisinde çalışabileceği nitelikte problemler hazırlanmalıdır.

Problemin yer aldığı senaryoların ise öğrencilerin dikkatini çeken durumlar kullanılarak hazırlanması gerekmektedir ve öğrencilerde probleme çözüm bulma isteği uyandırmalıdır (Dahlgren ve Oberg, 2001). Bu noktada senaryo yazan eğitim yönlendiricisinin dikkat etmesi gereken nicelikler bu şekilde sıralanabilir (Dicle, 2002):

- Senaryo içeriği öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerine uygun olmalıdır.
- Öğrencilerin merak duygularını uyandıracak özellikte bir senaryo olmalıdır.
- Senaryo konusunu gerçek hayat problemleri oluşturmalıdır.

- Senaryoda öğrencileri çözüme gitme yolunda yönlendirecek ipuçları yer almalıdır.
- Senaryo öğrencilerin probleme çözüm bulma heveslerini teşvik edici olmalıdır.
- Senaryo içeriği açık olmalıdır.
- Senaryo öğrencilerin önceki yaşantılarından elde ettikleri bilgileri kullanmalarına olanak sağlamalıdır.
- Senaryo başka (görsel ve işitsel) materyaller ile desteklenmelidir.

#### **1.1.8.3. Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitim Yönlendiricisinin ve Öğrencinin Rolü**

PDÖ yönteminin yapısına bakıldığı zaman ilk etapta aktif olan tarafın öğrenen olması nedeni ile öğretmene çok büyük bir görev düşmediği düşünülebilir. Ancak PDÖ yönteminde öğretmen kilit role sahiptir (Eren, 2011) ve süreç öncesinde, süreç sırasında ve süreç sonrasında çok önemli sorumlulukları bulunmaktadır.

Probleme dayalı öğrenmede öğretmenin görevi geleneksel öğretim yönteminde olduğundan çok farklı olarak öğrencilerin öğrenim süreçlerine rehberlik etmektir. Öğretmen, süreci öğrencilere sorduğu sorularla şekillendirir, öğrencileri doğru bilgiyi bulma yolunda yönlendirir ve onları bilgiye ulaşmak adına motive eder. Bu nedenden ötürü PDÖ içerisinde öğretmene eğitim yönlendiricisi de denmektedir (Günbatar, 2009; Alper, 2011; Özdiş, 2011). Yönlendirici, ilgili konuyla alakalı gerçek yaşam problemi içeren senaryoyu tasarlar ve öğrencilere sunar. Araştırma için gerekli bilgiler ışığında bir kaynak belirleyerek öğrencilere önerir veya temin eder ve öğrencileri doğru bilgiye ulaşmaları ve iş birliği içerisinde çalışmalarını için motive eder ve bu süreçte onlara yardımcı olur.

Beşer, Mete ve Sarı (2004), eğitim yönlendiricisinin görevlerini süreç içerisinde iyi gözlemler yapmak, grup içerisindeki tüm öğrencilerin konuya odaklanmalarını ve katılımlarını teşvik etmek, farklı karakterdeki öğrencilere doğru



şekilde yaklaşmak ve süreç içerisinde gelebilecek sorulara uygun cevaplar vererek öğrencileri yönlendirmek şeklinde sıralamaktadır.

Hmelo-Silver'a (2004) göre PDÖ sürecinde eğitim yönlendiricisinin görevleri problem çözme becerilerini modellemek ve grup içi iş birliğini artırabilmek için öğrencilere destek vermektir.

Deveci'ye (2002) göre, PDÖ uygulamalarında öğretmenin yerine getirmesi gereken davranışlar şunlardır:

- Öğrencilere yazılı senaryolar, anekdotlar, resimler, dramalar, videolar vb. gibi çeşitli araçlar kullanarak problem durumunu sunar.
- Problem çözümü ve öğrenme sırasında öğrencinin moralini yüksek tutar ve onu güdüler.
- Problem çözümü sırasında öğrencilerle birlikte araştırma sürecinde aktif rol alır.
- Öğrencileri grup içerisinde birlikte çalışmalarını adına teşvik eder.
- Öğrencilere problemin çözümü için kaynak bulmalarında rehberlik eder.
- Öğrencilerin kendi öğrenmelerini değerlendirmelerine yardım eder ve yönlendirir.

Yönlendirici, uygulamanın her aşamasında çeşitli sorumluluklara sahiptir. Uygulama öncesinde yönlendirici ilgili konu ile ilgili bir problem belirler ve bu problemi gerçek hayat yaşantısı ile ilgili öğrencilerin ilgisini çekebilecek ve onları araştırmaya teşvik edebilecek bir senaryoya dönüştürür. Senaryonun yanında konu ile ilgili araştırmalar yaparak öğrencilerin dikkatini daha da çekebilmek ve araştırıp öğrenme isteğini artırabilmek için video, fotoğraf, örnek olay deney vb. gibi yardımcı ekipmanları da önceden belirleyerek uygulama sırasında kullanabilmek için hazır duruma getirir. Bunun yanında uygulama öncesinde ders planı ve zaman planı yapılması, gerekli kaynak belirlenmesi veya hazırlanması, uygulama yapılacak

öğrencilerin homojen şekilde gruplara ayrılması da yönlendiricinin sorumluluğundadır.

Uygulama sırasında yönlendirici ilk olarak sınıfı süreç için hazırlar ve bazı durumlarda öğrencilere PDÖ hakkında bilgi vererek onları sürece karşı motive eder. Ardından gruplar benzer özelliklerde ve aktif olarak çalışabilecek şekilde sınıf 5-7 kişilik gruplara ayırır. Uygulama sırasında öğrencilerin bilgiye ulaşma açlığını beslemeye ve onların motivasyonlarını sürekli yüksek seviyede tutmaya gayret eder. Gruplardan gelen sorulara direk açıklama yapmak yerine onları bilgiye ulaştıracak ve üst düzey düşünmelerine neden olacak yönlendirici cevaplar vererek süreci yönetir.

PDÖ yönteminde öğrenci ise başrol oyuncusudur. Öğretim süresince aktif bir role sahiptir ve bilgiye ulaşmak için bilginin kendisine gelmesini beklemek yani öğretmenin klasik anlatımını dinleyip notlar almak yerine bilgiye kendisi gitmekte ve kendi öğrenmesini gerçekleştirmektedir. Bunu yaparken öğrenciler 5-7 kişilik gruplar halinde herkesin sorumluluk aldığı işbirlikli çalışmanın olduğu bir ortamda problemin çözülebilmesi için hipotezler kurarlar ve bunları diğer gruplarla paylaşırlar (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

Deveci (2002) PDÖ yönteminin uygulanmasında öğrencilerin üzerlerine düşen görevleri aşağıdaki şekilde sıralamıştır:

- Bir gerçek hayat problemini çözmeye çalışırlar.
- Bilgiye ulaşmak için araştırma yaparlar ve problem çözme süreçlerine katılırlar.
- Eğitim yönlendiricisi ve arkadaşları ile iş birliği içerisinde çalışırlar.
- Problemin çözülmesi için gerekli bilgileri toplarlar ve probleme olası çözüm önerileri sunarlar.
- Grup içerisindeki çalışma sırasında kendisi ve grup arkadaşlarının katkısını değerlendirirler.
- Çalışma sonuçlarını rapor haline getirerek tüm sınıfla paylaşırlar.

Çuhadaroğlu ve arkadaşlarına (2003) göre öğrenciler PDÖ süresince “insiyatif kullanmak”, “saygılı olmak”, “açıklık”, “birikim”, “etkin tartışma” (İSABET) sorumluluklarına sahip olmalıdır (Tandoğan, 2006).

*İnsiyatif Kullanmak:* Yanlış olabileceğini düşünseler bile öğrencilerin probleme çözüm bulma yolunda hipotez kurarken çekinmeden rahatlıkla kendilerini ifade etmeleri gerekmektedir.

*Saygılı Olmak:* Farklı özelliklere sahip grup arkadaşlarının birbirlerine karşı saygılı ve anlayışlı olması gerekmektedir.

*Açıklık:* Öğrenciler işbirliği içerisinde çalışırken birbirlerine karşı açık olmalı ve karşılıklı bilgi alış veriş yapmaya istekli olmalıdır.

*Birikim:* Öğrencilerin kendi aralarında bilgi alış veriş yapması gerekmektedir.

*Etkin Tartışma:* Grubun tüm üyelerinin grup içi tartışmada aktif olması ve etkin katılımı çok önemlidir. Bunun için öğrenciler tüm grup üyelerinin sürece katılmasını sağlamalıdır.

#### **1.1.8.4. Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Olumlu ve Olumsuz Yanları**

Probleme dayalı öğrenme yöntemi içeriği dolayısıyla hem olumlu hem de olumsuz yanlara sahiptir. Wood (2003)’a göre PDÖ için aşağıdaki olumlu yanlar sıralanabilir:

- Ders süreci öğrenci merkezli olacak şekilde gerçekleşir.
- Öğrencilerin gerçek yaşantılarına yönelik hedeflenen genel yetenek ve tutumlarını geliştirmeleri sağlanır.
- Disiplinler arası bütünleştirici özelliğe sahiptir.
- Öğrenenlerin tümünün süreç içerisinde yer almalarını ve eğlenerek öğrenmelerini sağlayacak yapıdadır.

- Konunun derinlemesine öğrenimini sağlar (öğrenme materyali ile etkileşimde bulunur, kavramlar ile günlük etkinlikler arasında bağlantı kurar ve anlayışlarını geliştirirler).

- Öğrencilerin ön bilgileri üzerine yeni bilgiler ekleyerek bilgilerini yapılandırır.

Bu olumlu yanların yanında PDÖ yöntemi de bazı olumsuz yanlara sahiptir. Wood (2003)'a göre PDÖ yönteminin sahip olduğu olumsuz yanlar aşağıdaki gibidir:

- Bazı öğretmenler geleneksel öğretim yönteminin kalıbından kurtulamayıp kendi bilgi ve anlayışlarını değiştirmek istemeyebilir ve PDÖ'yü zorlaştırırlar.

- Uygulama sürecinde sınıfta öğretmen sayısının fazla olması gerekmektedir.

- Tüm grupların aynı anda aynı kaynaklara ihtiyacı olabilir. Bu noktada kaynak yetersizliği sıkıntısı yaşanabilir.

- Öğrenenlerin seviyesi probleme çözüm bulabilecek düzeyde olmayabilir.

- Öğrenciler ihtiyaç duyacakları bilgiler ile gereksiz bilgileri ayırmada zorluk yaşayabilirler.

### 1.1.9. Üst Düzey Düşünme Becerileri

İnsanı diğer canlılardan ayıran en bariz ayrıcalık kesinlikle düşünebilme yeteneğidir. Düşünme eylemi her bireyin sosyal ve entelektüel yaşantısının gerekli bir parçasıdır (Vitaloka ve Sani, 2016). Aristoteles'e göre düşünme yeteneği kıyaslamalar yapma, ayırma, birleştirme, bağlantıları ve biçimleri kavrama yetisidir (Tomaç, 2012). Yeryüzünde diğerlerine göre daha iyi düşünebilen kişilerin sosyal açıdan genellikle daha iyi düzeyde bir hayat yaşaması olasıdır. Çünkü düşünme becerisi diğer bireylere göre daha üst seviyede olan kişiler günlük hayatta karşılaştıkları herhangi bir probleme çok çabuk pratik çözümler bulabilmekte ve rahatça problemin üstesinden gelebilmektedir. Buradan genelleme yaparak daha iyi düşünen bireylerin daha başarılı olduklarının söylenmesi yanlış olmaz.

Bu sebeple günümüzde öğrencilere gerekli olan bilgiyi kazandırmanın ve aktarabilmesini sağlanmanın yanında, eğitimin amaçlarından birinin de öğrencileri üst düzey düşünebilen, araştırma yapabilen, sorun çözebilen, yaratıcı ve eleştirel

düşünebilen, öğrenme sürecinde etkin olabilen bireyler haline getirmek olması gerekmektedir (Karadağ ve diğer, 2018). Üst düzey düşünme, bir araştırma problemini formüle edebilme, deney organizasyonu yapabilme, ilgili değişkenleri kontrol etme, çıkarımlarda bulunma, tartışmaları savunma, varsayımları teyit etme ve güvenilir kaynaklardan alınan bilgileri tanımlama gibi etkinlikleri içermektedir (Zohar, 2004). Özden (2000) ve Beyer (1988)'in düşünme becerileri ile ilgili yaptıkları tanımlamalara bakıldığında problem çözme, eleştirel düşünme ve karar vermenin temel noktalar olduğu görülmektedir

Üst düzey düşünme becerileri:

- Yaratıcı düşünme
- Stratejik düşünme
- Eleştirel düşünme
- Analitik düşünce
- Çok boyutlu düşünce
- Çözüm odaklı düşünce

Bu çalışmada probleme dayalı öğretim yönteminin üst düzey düşünme becerilerinden biri olan eleştirel düşünme üzerine etkileri incelenecektir.

#### **1.1.9.1. Eleştirel Düşünme**

Üst düzey düşünme becerileri içinde yer alan eleştirel düşünme, kişinin kavramsal olarak düşünebilmesi, kendi öz düzenlemesini yapabilmesi ve değerlendirebilmesi anlamına gelmektedir (Facione, 1990). Watson ve Glaser'a göre eleştirel düşünme kişinin hipotezleri, gizli inanç, değer ve tutumları tespit etme yeteneğidir. Grant (1988) ise eleştirel düşünmeyi, muhakeme etme, mantık çerçevesinde düşünme, ileri düzeyde düşünme, akıllı davranma, yaratıcı düşünme gibi düşünme süreçleri olarak tanımlamıştır. İpşiroğlu (2002) saplantısız, nesnel ve derinlemesine düşünme anlamına geldiği için eleştirel düşünmenin, düşünmenin en gelişmiş ve en ileri biçimi olduğunu söylemiştir (Aybek, 2007).

Eleştirel düşünme ile ilgili verilen bu tanımlara benzer literatürde pek çok tanım yer almaktadır (Beyer, 1987; Moore, 2001; Akar Vural ve Kutlu, 2004; Doğanay ve diğer, 2007). Tüm bu tanımlardan yola çıkarak eleştirel düşünme, kişinin bir problemi basit bir düşünme sürecinden farklı olarak tüm hatlarıyla zihninde değerlendirdiği ve en uygun sonuca varmayı hedeflediği düşünme süreci olarak tanımlanabilir. Eleştirel düşünen birey sorgulayıcı özelliklere sahiptir, kendi doğruları vardır ve öz yeterliliği yeterli seviyededir. Bu özelliklere bakıldığında eleştirel düşünmenin tüm bireylerin sahip olması gereken bir özellik olduğu rahatlıkla görülebilmektedir. Sadece eğitim odaklı değil bunun yanında günlük hayatta kendi kararlarını alabilen ve bir duruma karşı olası çözümler üretebilen bireylerin de eleştirel düşünme becerisine sahip kişiler olduğu söylenebilir. Eleştirel düşünebilen birey başkalarının fikirlerine saygı duyan ancak kendi fikirleri de olan bireydir. Bu durumdaki bireyler başkası tarafından yönlendirilmez ve karşısına çıkan her durumu ayrıntılı olarak ele alabilmektedirler. Bu özellikler göz önünde bulundurulduğu zaman eleştirel düşünmenin insan hayatında oldukça önemli bir konumda olduğu söylenebilir.

#### **1.1.9.2. Eleştirel Düşünmenin Eğitimdeki Yeri**

Eleştirel düşünmenin doğuştan sahip olunan bir yetenek değildir, aksine yalnızca gerekli eğitimler aracılığıyla öğretilmekte, anlatılabilmekte ve rahatça uygulanabilmektedir (Kökdemir, 2003). Eleştirel düşünebilme özelliği kazanan birey günümüz eğitim sistemi içerisinde yer alan ‘sorgulama’ yeteneğini de kazanmış olacaktır (MEB, 2013). Örnek verecek olursak günümüzde de halen bulunmakta olan eğitilmemiş bireylerin kötü amaçlar için kullanıldığı durumlarda bireyler gerekli eğitimi almış olsa ve eleştirel düşünebilen, içinde bulundukları durumları sorgulayarak bunun yanlış olduğu kanaatine varabilen bireyler haline gelseler mevcut duruma daha doğru yollarla çözüm getirebileceklerdir. Eleştirel düşünme insanların günlük hayatta yaşadıkları tecrübeler ve benzeri durumlarla kazanabilecekleri bir yetenek olmaktan çok eğitim yoluyla kazanılabilecek bir yetenektir. Bu noktada sınıf içerisinde öğretmenlere büyük rol düşmektedir. Öğretmenler ders planları içerisinde, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kullanmak durumunda kalacakları

etkinlikler ekleyerek, öğrencilerinin konunun tüm alanına duyarlı olarak, konu alanını açık, eksiksiz ve doğru şekilde düşünerek anlamalarını, düşünme değişikliği ve bireysel deneyimleri ile öğrendiklerini ilişkilendirebilmelerini, edindikleri bilgiyi günlük yaşamlarında kullanmalarını sağlayabilirler (Şahinel, 2010). Ayrıca öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kazanmaları ve bu becerilerini geliştirmeleri sürecinde onlara büyük katkı sağlayacağından, öğrencileri soru sormaya teşvik etmek ve yol göstermek de öğretmenlerin üzerlerine düşen sorumluluklardandır (Çakmak, 2015).

Bu noktada öğrencilere eleştirel düşünme yeteneği kazandıracak konumda olan öğretmenin de hali hazırda eleştirel düşünme yeteneklerine sahip bireyler olması gerektiği ortadadır. Eleştirel düşünme yeteneği kazandırılacak öğrenciler arasında ilk sıraya üniversitelerdeki öğretmen adayları konulmalıdır ve bu nedenle öğretmen yetiştiren üniversitelerde öğrencileri eleştirel düşünmeye itecek etkinlikler kullanılmalıdır. PDÖ yöntemi içerisinde öğrencilerin konu ile alakalı gerçek hayat problemleri içine atıldığına önceki bölümlerde değinilmişti. PDÖ ortamı içerisinde öğrenciler araştırma, sorgulama, eleştirel ve yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerilerini kullanmaktadırlar (Balım ve diğer, 2012). Bu durumda öğrencilere eleştirel düşünme yeteneği kazandırma amacıyla PDÖ yönteminin uygulanabilirliği göze çarpmaktadır.

Önceki bölümlerde verilen eleştirel düşünme tanımları incelendiği zaman, eleştirel düşünme yeteneğini kazanmış bir öğrencinin gerek okul yaşantısında gerekse sosyal yaşamda bir adım önde olacağı rahatlıkla söylenebilir. Eleştirel düşünebilen bir öğrenci neredeyse tüm özellikleriyle diğer öğrencilerden daha farklıdır. Örnek verecek olursak eleştirel düşünebilen öğrenci, bir konuyu tüm hatlarıyla düşünebileceği için oluşması muhtemel kavram yanılgılarına yakalanması diğer öğrencilere göre oldukça düşüktür. Bunun yanında eleştirel düşünebilen birey kendini tanımış ve öğrenmeyi öğrenmiştir ve bu sayede nasıl çalışması gerektiği hakkında farkındalık sahibidir.

### 1.1.9.3. Fizik Eğitiminde Kavramlar ve Kavramsal Anlama

Fizik bilim dalı içeriğinde birçok matematiksel denklem içerse de, fiziği oluşturan ana öğeler içerdiği kavramlardır ve fizik eğitiminin en temel hedeflerinden biri temel matematiksel denklemlerin öğretiminden daha çok öğrencilerin kavramsal anlamalarını gerçekleştirmektedir (McDermott, 2001). İçeriğindeki kavramları tam olarak anlamadan sadece denklemleri bilen bir öğrenenin fizik bilim dalına tam anlamıyla hâkim olduğu söylenemez. Bu nedenle fizik dersi içerisindeki öğretim hedefleri kıyaslandığı zaman matematiksel denklemlerin uygulanmasından çok daha önemli olan kavramsal anlamının geliştirilmesidir.

Kavram, ilgili bir konu başlığı altında toplanmış olan ifadelerle verilen isimdir ve kavramlar, gerçek hayattaki durum ve olguların düşünce dünyasında karşılıklarıdır (Uyanık ve Serin, 2016). Bu sebeple insanlar kavram denilen zihinsel yapılar yardımıyla dünyanın çeşitli alanlarını anlamlı hale getirebilmektedirler (Bowen ve Bunce, 1997).

Fizik, içerik olarak belirli kavramları ve bu kavramların aralarındaki ilişkiyi veren matematiksel denklemleri içeren bir bilim dalıdır. Fizik dersini matematik dersinden ayıran ara çizgiler tam olarak içeriğindeki kavramlardır. Fizik dersi pek çok matematiksel denklem içerse bile başrol bu denklemler değil, denklemlerin açıklandığı kavramlardır. Bu noktada kavramların fizik için çok önemli olduğu açıkça görülmekte ve kavramsal olarak gerçekleşecek anlamının önemi fark edilmektedir.

Fizik bilim dalında bir yasa ortaya çıkarken önce problem belirlenir ardından bu problemle ilgili bir hipotez kurulur ve kontrollü deneylerle bu hipotez test edilir. Deneylerin sonucuna göre hipotez geçerli ya da geçersiz olabilir. İşte fizikte kavram bu noktada konu ile ilgili doğru olarak kabul edilen hipotezdir ve daha sonra bu doğru olan hipotez çeşitli uygulamalara tabi tutulur, ilgili değişkenler belirlenerek hipotez ile ilgili bir matematiksel denklem geliştirilir. Bu süreçlere bakıldığında da anlaşılabilceği üzere fizikte kavramlar olmadan matematiksel denklemlere ulaşmak mümkün değildir. Yani sadece içerdiği denklemleri bilmek demek fizik bilmek



demek değildir. Denklemlerin yanında öğrencilerin fiziği tam olarak anlayabilmesi için içeriğindeki kavramları yeterli düzeyde anlayabilmesi gerekmektedir.

Fizik eğitiminde son yıllarda en fazla çalışılan alanların başında öğrencilerin herhangi bir konudaki kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi gelmektedir. Kavramsal anlamaya dayanan davranışlar daha çok Bloom taksonomisinin analiz, sentez ve uygulama aşamalarında yer almaktadır. Buradan da anlaşılabileceği gibi, öğrencilerde herhangi bir konu ile ilgili kavramsal anlamının sağlanması eğitimin en temel amaçlarındandır (Köse ve diğer, 2003; Çalık ve diğer, 2007).

Örnek verecek olursak bir öğrenci itme ve momentum konusunda matematiksel denklemleri ezbere biliyor ancak kavramsal anlama düzeyi yeterli değilse o öğrencinin ezberlediği matematiksel denklemlerin hiçbir işlevi yoktur. Bu öğrenci iki topun çarpışması gibi belirli kalıplara sahip soruları çok rahat çözebilecektir, ancak günlük hayatta konu ile ilgili karşılaşacağı bir probleme çözüm bulmakta zorlanacaktır. Bu nedenle kavramsal anlama gerçekleşmeden bitirilen bir eğitim sürecinin verimli geçtiği söylenmez.

Kavramsal anlama, önceki öğrenmelerin üzerine kurulduğundan öğrenmenin ilk zamanları doğru kavramsal anlama için oldukça önemlidir (Bacanak ve diğer, 2004). Öğrencilere verimli bir eğitim süreci yaşatmak için, konu ile ilgili kavramsal anlamalarını geliştirecek özelliklerde eğitim yöntemleriyle dersler işlenmelidir. Günümüzde kavram öğretimi öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini kullanmalarına, işbirlikli çalışmalarına ve problem çözebilmelerine odaklanmaktadır (Butler ve Lumpe, 2008). Yani öğrencilerde istenilen düzeyde kavramsal anlama sağlayacak eğitim yöntemleri arasında yapılandırmacı yaklaşım başlığı altında yer alan yöntemler ilk akla gelenlerdendir. Bu durumun nedeni, yapılandırmacı yaklaşımda öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaşması, bilgiyi sorgulaması ve bilgiyi elde etmek için önceki öğrenmelerini kullanarak problemler çözmek durumunda olmasıdır.

#### **1.1.9.4. Fizik Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavramsal Anlamanın Ölçülmesi**

Genel olarak öğrencilerin anlatılan konularda sözü geçen kavramlar ile ilgili yanlış anlama, görüş ve bilgilere sahip olmaları kavram yanılgıları olarak tanımlanmaktadır (Morgil ve diğer, 2003). Bireyler kavramları çocukluklarının erken zamanlarında öğrenmeye ve kullanmaya başlamaktadır. Bireyler dünyaya ilk geldikleri andan itibaren merak içgüdüğü ile öğrenmeye başlar. Bu öğrenme yaşantının ilk dönemleri olan okul öncesi dönemlerde yakın çevreyle ilgili iken okul dönemlerinde uzak çevre ile ilgili olmaktadır. Okul dönemlerinde gerçekleşen öğrenmeler, okul öncesi dönemde gerçekleşen öğrenmeler üzerine kurulmaktadır.

Eğer bilimsel bilginin temelini oluşturan kavramlar yanlış öğrenilmiş, yanlış yorumlanmış ise oluşacak kavram kargaşası sonuç olarak kavram yanılgılarına yol açacaktır. İlâveten, bir öğrencinin zihninde herhangi bir konudan herhangi bir nedenden dolayı oluşan kavram yanılgıları, daha sonraki öğrenmelere de engel olur. Öğrencinin önceki bilgisi yanlış olduğu için zihin yeni gelen bilgiyi kabul etmez ve aralarında bağ kuramaz ve bunun sonucunda bilgi öğrencinin zihninde tam olarak yapılanamaz (Ongun, 2006). Kavram yanılgısı kişinin bir kavram hakkındaki fikrinin o kavramın bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermesi olarak tanımlanabilir (Terry, 1985; Marioni, 1989; Stepans, 1996; Riche, 2000).

Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ölçmek alışlagelmiş çoktan seçmeli testler ile pek mümkün değildir. Çünkü çoktan seçmeli testlerde öğrenciler kavramsal düzeyde bir bilgiye sahip olmadan da bazı soruları rastlantısal olarak doğru cevaplayabilmektedir. Son yıllarda kavramsal anlamayı belirlemek için en çok başvurulan yöntem aşamalı testleridir. Bunun nedeni bu testlerin uygulamasının kolay olması, ekonomik olması ve sonuçlarının genelleşebilmesidir (Beichner, 1994; Wutti-prom ve diğer, 2009).

Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini belirlemede öğrencilerin tam olarak doğru bilgiye sahip olarak mı yoksa rastlantı yoluyla mı soruları doğru olarak cevapladığını açık bir şekilde belirleyebilen üç aşamalı kavram testleri çok etkili olmaktadır. Üç aşamalı testlerin ilk aşamasında konu hakkında çoktan seçmeli bir

soru, ikinci aşamasında birinci aşamadaki soruya verdiği cevabın klasik açıklaması ve üçüncü aşamasında ise verdiği cevaptan ne kadar emin olduğu sorulur (Caleon ve Subramaniam, 2010). Üç aşamalı test yardımı ile öğrencilerin bir konuda sahip olduğu bilgi, o bilgiyi açıklayabilme durumu ve o bilgide kendine duyduğu güven durumu arasındaki ilişkiler görülebilir ve böylece öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri ayrıntılı bir şekilde belirlenebilir.

## 1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Araştırmamın amacı Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yöntemi ile Kuantum Fiziği Siyah Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması konularının öğretiminin, öğrencilerin ‘Kavramsal Anlama Düzeyleri’ ve ‘Eleştirel Düşünme Tutumlarına’ etkilerinin araştırılmasıdır.

Bu konunun seçilmesindeki ana motivasyon kaynağı önceden yapılan çalışmalarda kuantum fiziğinin (modern fizik) yapısı nedeni ile öğrencilerin günlük yaşamla ilişki kuramamalarının konularla ilgili gerekli öğrenimlerini engellediğinin gözlemlenmesi ve PDÖ’nün içerisinde günlük hayatta karşılaşılan problemleri içermesi sayesinde öğrenmede görülen bu sıkıntının giderilebileceğinin düşünülmektedir. Bunun yanında problem çözme yeteneğine sahip olan bir kişinin eleştirel düşünme tutumunun da pozitif yönde değişeceği düşünülmektedir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu Fen Bilgisi Öğretmen adayları oluşturmaktadır. Daha önce modern fizik ile ilgili yapılan çalışmaların çok azının fen bilgisi öğretmenliği öğrencileri ile yapıldığı görülmektedir. Ancak modern fiziğin günlük yaşam uygulamaları (termal kameralar, fotoselli kapılar, barkod okuyucular vb.) incelendiğinde, bu dersin Fizik Öğretmenleri kadar Fen Bilgisi Öğretmenleri için de önemli olduğu sonucuna varılabilir (Baybars ve Küçüközer, 2014). Ek olarak çalışma grubu seçilirken, Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümü içerisinde yer alan Modern Fizik dersinin, Fizik Öğretmenliği bölümündekine göre daha kavramsal düzeyde ve daha az matematiksel denklem içermesi nedeniyle araştırma konusuna daha uygun olacağı da düşünülmüştür.

Çalışmada Klasik Fiziğin Yetersizlikleri başlığı altında incelenen konular Siyah Cisim Işıması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması'dır. Bu olaylar klasik fiziğin açıklamada yetersiz kaldığı ve kuantum fiziğinin ortaya çıkmasına neden olan temel olaylardandır ve bu konuların öğretiminde de diğer kuantum fiziği konularındaki gibi çoğu zaman zorluklar yaşanmaktadır. Bu noktada Kuantum Fiziğinin doğuşuna neden olan klasik fiziğin açıklamada yetersiz kaldığı problemlerin öğrencilere senaryolar halinde verilmesi ve öğrencilerin araştırmalar yaparak bilgilere bir bilim insanı gibi kendilerinin ulaşmalarının, kendilerinin çözüm bulmalarının daha kaliteli bir öğrenme sağlaması ve olayların öğrenciler için soyut olmaktan çıkıp somut bir hal alması beklenmektedir.

Alanyazın incelemesi yapıldığında yurt içinde ve yurt dışında probleme dayalı öğretim yöntemi üzerine yapılan çalışmalarda seçilen konulardan hemen hemen tamamının günlük hayat ile çok kolay bir şekilde bağlantısı kurulabilen, alternatif yöntemlerle anlatılması daha az zaman alabilecek konular olduğu ve daha önce günlük hayat ile ilişkisinin kurulması zor olan herhangi bir kuantum fiziği konusunun probleme dayalı öğretim yöntemi ile anlatılmasının etkilerinin araştırılmadığı görülmektedir. Bu nedenle bu çalışma kuantum fiziği konularının anlatımına probleme dayalı öğretim yönteminin etkilerini araştırdığı için önemli bir yere sahiptir. Bu konu, geleneksel öğretim yönteminin kuantum fiziği eğitimindeki yetersizlikleri göz önünde bulundurulduğunda, kuantum öğretimi için alternatif öğretim stratejileri kullanılmasına teşvik edeceği için de oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın kuantum eğitiminde gerek PDÖ gerekse diğer öğretim yöntemlerinin kullanılması için diğer eğitimcilere teşvik olması ümit edilmektedir. Araştırmanın olumlu bir sonuçla sonuçlanması durumunda getireceği en önemli yenilik ise kuantum öğretiminde PDÖ yönteminin kullanılmasının kavramsal anlamaya yapacağı olumlu etki ile kuantum fiziği dersinin öğrencilerin gözündeki zor durumunun kırılması olacaktır. Bu sonuçlar çerçevesinde hazırlanan eğitim materyalleri diğer eğitimciler tarafından aynen kullanılabileceği ya da rehber görevi yaparak yeni materyaller hazırlanmasına yardımcı olabileceği için de oldukça önemlidir.

### 1.3. Problem Cümlesi

Klasik Fiziğin Yetersizliği konusunun Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi ile öğretiminin Kavramsal Anlama Düzeyi ve Eleştirel Düşünme Tutumlarına ne ölçüde etkisi vardır?

### 1.4. Alt Problemler

- 1) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - a) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT çoktan seçmeli yanıt aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - b) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT klasik açıklama aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - c) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT emin olma düzeyi aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 2) Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT aşama puanları arasındaki korelasyon nasıldır?
- 3) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 4) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - a) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT çoktan seçmeli yanıt aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?

- b) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT klasik açıklama aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - c) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT emin olma düzeyi aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 5) Kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT aşama puanları arasındaki korelasyon katsayısı nedir?
- 6) Kontrol grubu öğrencileri ile deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 7) Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- a) Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT çoktan seçmeli yanıt aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - b) Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT klasik açıklama aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - c) Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT emin olma düzeyi aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 8) Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- a) Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT çoktan seçmeli yanıt aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - b) Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT klasik açıklama aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?
  - c) Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrası KFYKAT emin olma düzeyi aşamasında aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır?

- 9) Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 10) Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- 11) Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve sonrasında kavramsal anlama düzeyleri ve eleştirel düşünme tutumları arasındaki korelasyon katsayısı nedir?

### 1.5. Sayıtlar

1. Deney grubunda yer alan tüm öğrencilerin uygulamada eşit konumda olduğu kabul edilecektir.
2. Araştırma sırasında, deney ve kontrol grubundaki öğrenciler uygulanan ölçekleri içtenlikle yanıtlamışlardır.
3. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler arasında, ön test ve son test sonuçlarını etkileyecek bir iletişimin gerçekleşmediği kabul edilecektir.

### 1.6. Sınırlılıklar

1. Araştırma 2017–2018 eğitim öğretim yılında bahar döneminde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi’nde öğrenim gören Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırma süresi Siyah Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması konuları için programda ayrılan süre ile sınırlıdır.
3. Araştırma süresi Siyah Cisim Işınması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması konuları ile sınırlıdır.

## 1.7. Tanımlar

**Probleme Dayalı Öğretim:** Probleme Dayalı Öğretim, öğrenenin aktif olduğu ve kendi öğrenmesini sağladığı, hedeflenen kazanım ile ilgili gerçek hayat problemi içeren senaryolara sahip, iş birlikli çalışmaya olanak sağlayan bir öğretim yöntemidir (Kaptan ve Korkmaz, 2001).

**Kavramsal Anlama:** Kavramsal anlama, ilgili kavramlar arasında benzerlikler ile farklılıkların ayırt edilebildiği ve ilişkilerin kurulabildiği, bunların farklı ortamlara transfer edilerek problemlerin çözümünde kullanılabildiği kapsamlı öğrenmedir (Sinan,2007).

**Eleştirel Düşünme:** Eleştirel düşünme, ifade edilen düşünceleri çözümleme, ifade edilmemiş düşüncelerin farkına varma, sahip olunan önyargıları fark etme, düşüncelerin farklı ifade edilişlerini arama eylemidir (Sadi Seferoğlu ve Akbıyık, 2006).

## 1.8. Kısaltmalar

PDÖ: Probleme Dayalı Öğrenme

KFYKAT: Klasik Fiziğin Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi

EDTÖ: Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği

DG: Deney Grubu

KG: Kontrol Grubu



## BÖLÜM II

### İLGİLİ YAYIN VE ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde araştırmanın konusu ve uygulanan öğretim yöntemi ile doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili olan yayın ve araştırmalar yer almaktadır. İlgili konular olan Kuantum Fiziği Öğretimi, PDÖ yöntemi ve Eleştirel Düşünme başlıklar halinde ayrılarak bu konularda daha önce yapılmış çalışmalarda ulaşılan sonuçlar anlatılmıştır. Bu başlıkların her biri içerisinde diğer bir ilgili konu olan kavramsal anlama konusu ile ilgili çalışmalar da bulunduğu için kavramsal anlama konusu ile ilgili çalışmalar ayrı bir başlık altına alınmamıştır.

#### 2.1. Kuantum Fiziği Öğretimi Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar

Kuantum fiziği öğrencilerin anlamakta ve başarılı olmakta zorlandıkları bir alan olduğundan bu alanı öğrencilerin bakış açısıyla görebilmek, çeşitli yöntemlerin öğrenciler üzerindeki etkilerini gözlemlemek ve yapılan çalışmalar üzerine taramalar yaparak ortak noktalarını belirlemek amacıyla günümüze kadar hem yurt içinde hem de yurt dışında pek çok çalışma yapılmıştır. Bunlar içerisinde bu çalışmanın konusuna daha yakın olan bazı çalışmalar aşağıdaki bölümde anlatılmıştır:

Çalışkan ve Erol (2002) tarafından yapılan çalışmada kuantum fiziği dersi içeriğinde yer alan Harmonik Osilatör konusu ile ilgili taslak öğretim programı hazırlanmış ve bu tasarı fizik öğretmen adayları üzerinde uygulanmıştır. Uygulama

sonucunda bu öğretim programının geleneksel öğretime göre daha üstün olduğunu gösteren bulgular elde etmişlerdir.

Zollman, Rebello, ve Hogg (2002), yaptıkları çalışmada kuantum fiziği ile ilgili görsel ders materyaller geliştirmişler ve bu materyalleri farklı okullarda görev yapan 175 öğretmene sınıflarında uygulamak üzere vermişlerdir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin görüşleri alınmış ve geliştirilen materyallerin bazı soyut kavramları öğretmede başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Şen (2002), çalışmasında Türkiye’de farklı iki devlet üniversitesindeki fizik öğretmenliği son sınıf öğrencilerinin, kuantum fiziği konusu içerisinde sahip oldukları kavram yanılgı ve hataları incelemiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının, eğitimlerinin son aşamasında bile, kuantum fiziğinin modern, kendine has düşünce tarzı yerine, Newton fiziğinde kullanılan klasik benzetmelere bağlı kaldıkları ve kuantum fiziğini hala alışlagelmiş benzetme ve kavramlarla açıklamaya çalıştıkları görülmüştür.

Akarsu (2007), çalışmasında kuantum fiziği eğitiminde karşılaşılan yaygın öğrenme zorlukları, yetersiz öğretim teknikleri ve diğer pedagojik veya kavramsal sorunlar için olası çözümler üzerinde durmuştur. Çalışma grubunu kuantum fiziği dersi vermiş öğretim üyeleri ile lisans öğrencileri oluşturmaktadır. Elde ettiği bulgulardan kuantum fiziğinin öğretimini güçleştiren noktaların kuantum fiziğinin sahip olduğu matematiksel alt yapı, kuantum fiziğinin içerdiği soyut ve birbirine paralel olmayan kavramlar, kuantum fiziğine karşı var olan ön yargı ve kuantum fiziği programının oldukça hızlı işlenmesi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Didiş, Özcan ve Abak (2008), üniversite öğrencileri üzerine yaptıkları çalışmalarında öğrencilerin kuantum fiziğini betimlemelerini ve betimleme yollarındaki çeşitliliği ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Topladıkları verilerden öğrencilerin kuantum fiziği betimlemelerini ‘kuantum fiziği bir derstir’ ve ‘kuantum fiziği fiziğin bir dalıdır’ olmak üzere iki kategori olarak, betimleme yollarını ise ‘diğer derslerle ilişkilendirerek’, ‘operasyonel olmayan betimlemeler’ ve ‘operasyonel betimlemeler’ olmak üzere 3 kategori olarak belirlemişlerdir. Çalışmalarında, ek olarak ‘mikroskopik sistem’in betimlemede en çok kullanılan

kavram, ‘Heisenberg belirsizlik ilkesi’nin ise öğrencilerin kuantum fiziğinde en önemli olarak niteledikleri kavram olduğu sonucuna da ulaşmışlardır.

Akarsu, Coşkun ve Kariper (2011), üniversitelerin fizik, kimya ve fen eğitimi bölümlerinde okuyan öğrencilerle yürüttükleri çalışmalarında öğrencilerin kuantum fiziğinde yer alan kavramları anlama düzeylerini araştırılmayı amaçlamışlardır. Çalışmaları sonucunda öğrencilerin kuantum kavramlarını çok fazla ve yeterli düzeyde öğrenemediklerini görmüşlerdir.

Özdemir ve Erol (2011), çalışmalarında %44’ akran öğretimi, %26 grup ve sınıf tartışması, %26 grupla problem çözme etkinliği, %4 gösteri tekniği ile birlikte problem çözme ve problem oluşturma etkinliğinin yer aldığı ev ödevi çalışmalarını içeren hibrit öğretim yaklaşımının öğrencilerin akademik başarısı, bilginin kalıcılığı ve belirsizlik ilkesi ile ilgili öğrenimlerine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmalarında birden çok öğretim yönteminin bir arada kullanıldığı hibrit öğretim yaklaşımının, öğrencilerin akademik başarıları ve akılda tutmaları üzerinde oldukça etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ayene, Kriek ve Damtie (2011), 25 fizik lisans öğrencisi ile yaptıkları çalışmalarında üniversite lisans öğrencilerinin bazı kuantum kavramlarını nasıl betimlediklerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmadan elde ettikleri bulguları incelediklerinde öğrencilerin kuantum mekaniğini yorumlarken daha klasik çerçevede yorumlar kullandıklarını tespit etmişlerdir.

Podolak ve Plattsburgh (2013), çalışmalarında öğrenciler ile yaptıkları görüşmelerde modern fizik dersinde hangi öğretim materyalinin daha etkili olduğunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonunda öğrenciler, sınıf içi çalışma sayfalarının öğretmen-öğrenci etkileşimi ve yönlendirmeli öğrenim için izin verdiği şeklinde olumlu yorumlar yapmışlardır.

Hassan Zadeh Baranı (2014), bilgisayar destekli öğretimde kullanılan animasyonla öğretim yönteminin fen bilgisi öğretmen adaylarının ve lise 11.Sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Elde ettiği veriler üzerine yaptığı istatistiksel analizler sonucunda deney gruplarındaki

öğrenciler ile kontrol gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı puanları arasında anlamlı fark olduğu ve farkın deney grupları lehine olduğu ve bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarısına geleneksel yöntemle kıyasla daha fazla etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Yalçın (2014), yüksek lisans tezinde ortaöğretim on birinci sınıf öğrencilerinin fizik dersi kapsamındaki modern fizik ünitesindeki konuları günlük hayata transfer edebilme düzeylerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin modern fizik konularının günlük hayata tam transfer seviyelerinin oldukça düşük olduğunu ve, en yüksek tam transfer seviyesi olan konuların “fotoelektrik olay” ve “kara cisim ışıması” olurken, en düşük tam transfer seviyesinin olduğu konuların ise madde dalgaları ve Pauli dışlama ilkesi konuları olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Baybars ve Küçüközer (2014), fen bilgisi öğretmen adaylarının öğretim öncesi ve öğretim sonrasında kuantum fiziği ile ilgili fikirlerinin ne olduğu ve yapılan öğretimin kavramsal anlamaya etkisini belirlemeye çalışılmışlardır. Öğretim öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının kuantum fiziği ile ilgili alternatif kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir. Öğretim sonrasında ise, fen bilgisi öğretmen adaylarının çoğunun kuantum fiziği ile ilgili bilimsel kavramlara sahip olduğu ve kuantum fiziği ile ilgili kavramsal anlamının gerçekleşmiş olduğu belirlenmiştir.

Özcan (2015), fizik öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada siyah cisim ışıması, fotoelektrik olay ve Compton saçılması gibi farklı olaylarda fizik öğretmen adaylarının ışık ile ilgili sahip oldukları mental modelleri araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler tarafından bu olayları açıklamak için ‘beam ray model’, ‘hybrid model’ ve ‘particle model’ olmak üzere 3 farklı mental model kullanıldığı, öğrencilerin en çok beam ray ve hybrid modeli kullandıkları, bazı öğrencilerin de birden çok modeli bir arada kullandığı (çoklu mental modeli) sonucuna ulaşmıştır.

Aksakallı, Salar ve Turgut (2016), tarafından yapılan ve çalışma grubunu fizik öğretmen adaylarının oluşturduğu çalışmada “Modern fizik dersi alan lisans öğrencilerinin bu ders ile ilgili açığa çıkan kişisel epistemolojik inançları nelerdir?” ve “Bu kişisel epistemolojik inançların kaynağına ilişkin öğrenci görüşleri nelerdir?”

sorularına yanıt aranmıştır. Yapılan odak grup görüşmeleri sonucunda öğrencilerin modern fiziğe ait birtakım kişisel epistemolojik inançlara sahip olduklarını gözlemişlerdir. Bu inançların ise daha çok endişe duymak, soyutluk, ön yargı ile yaklaşma, modern fiziğe karşı yabancılaşma, kavramsal, matematiksel ve görselleştirmek ile ilgili kişisel epistemolojik inançlar olduğunu belirlemişlerdir. Bu inançların nelerden kaynaklandığını öğrenmek adına ise öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler neticesinde; öğrencilerin modern fizik ve içeriklerine karşı sahip olduğu kişisel epistemolojik inançların açığa çıkmasında öğretim elemanlarının, ders içi etkinliklerin, öğretim programının ve ders kitaplarının etkisinin büyük olduğu katılımcıların fikirleriyle desteklenmiştir.

Lewerissa, Brinkman ve Van Joolingen (2017), tarafından yapılan çalışmada, orta ve alt lisans eğitiminde kuantum mekaniği öğretimine ilişkin mevcut araştırmaların durumunu gözden geçirmek amaçlanmıştır. Araştırma sonuçları öğrencilerin kuantum fiziğini fiziksel gerçeklikle ilişkilendirmekte zorluklar yaşadıklarını göstermektedir. Çalışma, öğrencilerin zorluklarını, öğretim stratejilerini, aktiviteleri ve kuantum mekaniği için kavramsal bir yaklaşım için tasarlanmış araştırma araçlarını daha deneysel bir araştırmaya ihtiyaç olduğunun altını çizmektedir.

Ranjan (2017), çalışmasında sanal laboratuvarların öğrencilerin fizikteki becerilerine etkisini gözlemlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç için belirlediği bir kontrol grubuna geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile deney grubuna ise sanal laboratuvar yaklaşımı ile fotoelektrik olay eğitimi uygulamıştır. Sanal laboratuvar yaklaşımının uygulandığı grupta fotoelektrik simülasyonu üzerinde, geleneksel laboratuvar yaklaşımının uygulandığı grupta ise fotosel, reosta vb. gibi aletler üzerinde çalışmalar yürütmüştür. Veriler analizleri sonucu sanal laboratuvarların geleneksel laboratuvarlara kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kızılcık ve Yavaş (2017), tarafından yapılan çalışmada fizik öğretmen adaylarının kuantum fiziği konuları öğretimindeki zorluklar hakkındaki düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmacılar veri toplama ilk aşamasında öğrencilere kuantum eğitiminin zorlukları hakkında düşüncelerini yazabilecekleri açık uçlu yazılı sorulardan oluşan form sunmuş ve bu formlara verdikleri cevaplar ışığında belirlenen

açık uçlu soruları öğrencilerle yapılandırılmış görüşmeler yaparak sormuşlardır. Araştırma verilerini incelediklerinde öğrencilerin en çok zorlandıkları noktanın klasik fizikten kuantum fiziğine geçiş olduğunu görmüşlerdir. Bunun yanında öğrencilerin kuantum fiziği içerisindeki matematiksel formüllerde bir zorluk yaşamadığını da belirlemişlerdir.

## **2.2. Probleme Dayalı Öğretim Yöntemi Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar**

PDÖ yönteminin öğrencilerin öğrenmeleri ve diğer bağımlı değişkenler üzerine etkisi alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde rahatlıkla görülebilmektedir. Pek çok farklı dersin ve konunun öğretilmesi amacıyla kullanılan bu yöntemi konu alan pek çok çalışma alanyazında mevcuttur. Bu bölümde PDÖ ile ilgili yapılan bu araştırmanın konusuna en yakın olduğu düşünülen bazı çalışmalara yer verilmektedir.

Özdemir (2005), doktora tezinde eş zamansız çevrimiçi araçlarla bireysel veya işbirlikli problem temelli öğrenmenin öğrencilerin eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkilerini araştırmayı amaçlamış ve bu amaç bağlamında Türk Dili ve Edebiyatı öğretmen adaylarıyla çalışmalar yürütmüştür. Çalışma grubunun yarısını bireysel problem çözme gruplarına, diğer yarısını da işbirlikli problem çözme gruplarına yerleştirmiştir. Uygulamalar sonunda elde ettiği verileri analiz ettiği zaman öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine işbirlikli öğrenme yaklaşımının bireysel öğrenme yaklaşımına göre daha etkili olduğu sonucuna varmıştır. Bunun yanında akademik başarı düzeyleri açısından iki grup arasında herhangi bir farklılık bulunmadığı sonucunu da elde etmiştir.

Yaman ve Yalçın (2005), çalışmalarında PDÖ yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemlerini kıyaslayarak, öğrencilerin mezun oldukları lise ve cinsiyetlerinin yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmaları sonucunda PDÖ yönteminin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirmede geleneksel öğretim yöntemine göre daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Yaman ve Yalçın aynı yıl yaptıkları diğer çalışmalarında PDÖ yönteminin öğretmen adaylarının

problem çözme becerileri ve fen öğretimine yönelik öz-yeterlik inanç düzeylerini geliştirmede etkililik düzeyini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmaları sonucunda PDÖ yönteminin ilgili alanları geliştirmede geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Tandoğan (2006) 7. sınıf öğrencileri ile görüşmeler yaparak fen eğitiminde probleme dayalı aktif öğrenmenin öğrencilerin kavram öğrenmelerine etkisini araştırmak amacıyla bir nitel analiz çalışması yapmıştır. Uygulama süresince deney grubunda konular probleme dayalı öğrenme ile kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemiyle dersler işlenmiştir. Araştırma sonucunda probleme dayalı aktif öğrenme modelinin uygulanmasının öğrencilerin kavramsal gelişimlerini olumlu yönde etkilediği ve kavram yanlışlarını en aza indirdiğini saptamıştır.

Tatar (2007), doktora tezinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının, Termodinamiğin Birinci Kanununu anlamaya olan etkisinin incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının, öğrencilerin; akademik başarılarını ve bilimsel işlem, grupla ve işbirliği içerisinde çalışma, iletişim kurma, bilgi kaynaklarını kullanma, problem çözme, kendi kendine öğrenme, sunum ve araştırmayı raporlaştırma becerileri düzeylerini artırdığını gözlemlemiştir.

İnel ve Balım (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Fen ve teknoloji öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları ve yapılandırma kavramları düzeylerine etkisi araştırılmış, deney grubunda PDÖ yöntemi ile ders işlenirken kontrol grubunda geleneksel yöntem ile dersler işlenmiş ve araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Selçuk (2010), PDÖ yönteminin öğrencilerin fizik dersi başarılarına ve tutumlarına etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmasında PDÖ yönteminin öğrencilerin fizik dersi tutum ve başarılarına etkisinin geleneksel öğretim yöntemine kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Eren (2011), çalışmasında Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerine uygulanan probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin; eleştirel düşünme eğilimine, kavram öğrenmesine ve bilimsel yaratıcı düşünme becerisine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaç için deney grubunda PDÖ yöntemi ile kontrol grubunda geleneksel yöntem ile Fizik II derslerini işlemiştir. Araştırma sonucunda deney grubu ile kontrol grubu arasında eleştirel düşünme toplam ve meraklılık ile sistematiklik alt boyutları puanları açısından anlamlı ve deney grubu lehine bir farklılık bulmuştur. Analitik düşünme, açık fikirlilik, kendine güven ve doğruyu aramaya yönelik eleştirel düşünme özelliklerinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark olmadığını tespit etmiştir. Ek olarak deney grubunun kavramsal öğrenme ve bilimsel yaratıcılık düzeylerinin kontrol grubunun ortalamalarından anlamlı derecede farklı ve daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gürten (2011), probleme dayalı öğrenmenin öğrenme ürünleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı araştırmada PDÖ yaklaşımının uygulandığı deney grubu öğrencilerinin başarıları ile geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin başarılarını kıyaslamış ve PDÖ yaklaşımının öğrenci başarısında daha etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Ülger ve İmer (2013), çalışmalarında PDÖ yaklaşımının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünceleri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma bulgularına göre PDÖ yaklaşımının öğrencilerin yaratıcı düşünceleri üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür.

Selçuk, Çalışkan ve Şahin (2013), yaptıkları çalışmada probleme dayalı öğrenme, stratejik öğrenme ve geleneksel öğrenme yöntemlerinin öğretmen adaylarının fizik başarılarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. İki deney grubu ve bir kontrol grubu ile yürüttükleri çalışmalarında deney grubunun birinde probleme dayalı öğrenme yöntemi diğerinde stratejik öğrenme yöntemi, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yöntemi uygulamışlardır. Bulgular üzerine yapılan istatistiksel analizler sonucunda probleme dayalı öğrenme ve stratejik öğrenmenin geleneksel öğretime göre daha üstün olduğu ve probleme dayalı öğrenme ve stratejik öğrenme arasında anlamlı herhangi bir fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.



Kartal Taşoğlu ve Bakaç (2014), çalışmalarında manyetizma ünitesinin öğretiminde probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonunda probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin manyetizma konusundaki kavramsal anlamalarında geleneksel yöntemle kıyasla daha etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dağyar ve Demirel (2015), çalışmalarında alan yazında farklı alanlarında, farklı derslerde ve farklı öğrenci grupları üzerinde PDÖ yöntemini esas alarak yapılan bağımsız çalışmalardan elde edilen bulguların, meta-analiz yöntemiyle bütünleştirilerek daha büyük bir çalışmaya dönüştürülmesini amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda 98 çalışmaya ulaşmışlar ve inceledikleri çalışmalardan, PDÖ'nin geleneksel öğretime göre akademik başarıyı arttırmada tüm bilim dallarında ve tüm kademelerde daha etkili olduğu ve PDÖ yapılan çalışma gruplarının büyük veya küçük olmasının öğrenci başarısını etkilemediği sonuçlarına ulaşmışlardır.

Olça (2015), çalışmasında probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin analitik düşünme becerileri, kavramsal anlamaları ve fen bilgisi dersine yönelik tutumlarına olan etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. 6. sınıf bitki ve hayvanlarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesi üzerinde çalıştığı araştırma sonucunda öğrencilerin analitik düşünme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerinde probleme dayalı öğretim yöntemi ile eğitim yapılan deney grubu lehine anlamlı bir farklılık tespit etmiştir. Öğrencilerin fen bilgisi dersine yönelik tutumları arasında ise deney ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık tespit etmezken, yapılan görüşmeler sonucu öğrencilerin PDÖ ile ilgili olumlu görüşleri olduğu belirlemiştir.

Kılıç ve Moralar (2015), çalışmalarında 6. sınıf öğrencilerinin “madde ve ısı” ünitesindeki akademik başarılarına ve fen dersine yönelik motivasyonlarına probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Elde edilen bulguları incelediklerinde PDÖ yaklaşımının akademik başarıyı ve motivasyonu geliştirmede geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğunu görmüşlerdir.

Moutinho, Torres, Fernandes ve Vasconles (2015) çalışmalarında öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine probleme dayalı öğretim yönteminin etkisini

belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda veriler Fen Bilgisi Öğretmenleri ile görüşmeler yapılarak toplanmıştır. Görüşmeler sonucu alınan öğretmen görüşleri incelendiğinde öğretmenlerin Probleme dayalı öğretim yönteminin; öğrencilerin bilimsel sorgulama ve araştırma yapmayı öğrenmelerine, bilimsel bilginin değişebilir olduğunu anlamalarına katkı sağladığını ve bilimsel bilgiyi edinmede yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündükleri görülmüştür.

### **2.3. Eleştirel Düşünme Üzerine Yapılan Yayın ve Araştırmalar**

Özdemir (2005), çalışmasında üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin ne düzeyde olduğu ve cinsiyete, doğum yerine, anne ve baba öğrenim durumuna ve gelir durumuna göre farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırması sonunda genel olarak öğrencilerin “orta düzeyde” eleştirel düşünme becerisine sahip oldukları ve eleştirel düşünme becerisine sahip olma durumlarının cinsiyet, doğum yeri, anne baba öğrenim durumu ve gelir durumu değişkenlerine göre anlamlı düzeyde farklılık göstermediği sonuçlarına ulaşmıştır.

Çınar (2007), yüksek lisans tezinde ilköğretim fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine ve akademik risk alma düzeyine etkisini incelemeyi amaçlayarak 6. sınıf düzeyinde belirlediği iki sınıftan birinde PDÖ ile ders uygulaması yaparken diğer sınıfta geleneksel anlatım yöntemi ile yürütmüştür. Çalışma sonucunda elde ettiği veriler üzerinde yaptığı analizler sonucunda probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin başarılarını artırdığı, akademik risk alma ve yaratıcılıklarını geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Günhan ve Başer (2009), PDÖ yönteminin matematik dersinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçladıkları çalışmada 7. sınıf öğrencileri ile çalışmış ve PDÖ yönteminin matematik dersinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Tok ve Sevinç (2010), çalışmalarında düşünme becerileri eğitimi programının okul öncesi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme becerisi ve problem çözme

becerilerine ilişkin algılarına etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmada başarılı zekâ kuramına dayalı eğitim programı alan eğitim grubu ve iki karşılaştırma grubu oluşturmuşlardır. Toplanan verileri incelediklerinde çalışma sonrasında eğitim grubunun Eleştirel Akıl Yürütme Gücü Ölçeği puanlarının diğer grupların puanlarından anlamlı bir düzeyde yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ek olarak istatistiksel analizler sonucu eğitim grubunun problem çözme becerilerinin diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek olduğunu görmüşlerdir.

Kartal'ın (2012), fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimlerini incelemeyi amaçladığı araştırma bulgularına göre; fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşünme eğilimleri, genel olarak orta düzeyin (60%) üzerinde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Batı (2014), doktora tezinde Modellemeye Dayalı Fen Eğitimi Programının (MDFEP), ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi ile öğretmen ve öğrencilerin sürecin etkililiğine ilişkin görüşlerini incelemiştir. Araştırması sonunda Modellemeye Dayalı Fen Eğitimi Programının öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geleneksel öğretim yöntemine göre daha iyi etkilediği, ancak eleştirel düşünme üzerine geleneksel öğretimden anlamlı derecede farklı bir etkisinin olmadığı sonuçlarına ulaşmıştır.

Kuzu (2015), yüksek lisans tezinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme eğilimlerinin bazı değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemeyi ve problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme eğilimleri arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Araştırmada elde edilen verileri incelediğinde öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ile eleştirel düşünme düzeyleri arasında anlamlı ancak zayıf bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ek olarak öğretmen adaylarının çoğunun eleştirel düşünme düzeyleri yüksek olup cinsiyete, mezun oldukları lise türüne, liseden mezun oldukları alana, başarı durumlarına, anne-babanın eğitim durumuna, ailenin sosyo-ekonomik durumuna ve barınılan yere göre anlamlı bir farklılık göstermediğini görmüştür. Buna karşılık öğretmen adaylarının okudukları bölümler ve öğrenim türleri ile eleştirel düşünme düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olduğunu ortaya koymuştur.

Kartal Taşoğlu (2015), doktora tezinde manyetizma konusunun PDÖ yöntemi ile öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel düşüncelerine etkisini araştırmış ve PDÖ yönteminin geleneksel öğretime göre eleştirel düşünme tutumu üzerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Azis, Rusli ve Yusuf (2016), çalışmalarında üstten aşağıya yaklaşımı (top down approach) sırasında öğrencilerin gösterdiği eleştirel düşünme becerileri seviyelerini gözlemeyi amaçlamışlardır. Üstten aşağı yaklaşımında öğrenciler, öğretmen tarafından verilen bir problemi nasıl çözeceklerini öğrenirler. Öğrenciler bu tartışmayı çözmek için hangi fizik bilgilerine ihtiyaçları olduğunu belirlerler, belirledikten sonra verileri toplamak için nasıl bir deneye ihtiyaç duyduklarını belirler ve deneyi yaparak verileri toplarlar ve probleme çözüm bulurlar. Öğrencilerin problemi belirleme ve konuları sınıflandırma açısından yüksek eleştirel düşünme becerilerine sahip olduklarını ancak ayrıntılı açıklama kısmında öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin düşük olduğunu gözlemlemişlerdir.

Eldeklioğlu ve Özkılıç (2016), yaptıkları araştırmada Psikolojik Danışma ve Rehberlik bölümünde öğrenim gören öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi becerilerine eleştirel düşünme eğitimi programının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda eleştirel düşünme eğitimi programında yer alan öğrencilerin eleştirel düşünme eğilimi puanlarının anlamlı düzeyde arttığı ve bunun izleme döneminde de korunduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Koçoğlu (2017), yüksek lisans tezinde ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimleri ve problem çözme becerilerini incelemeyi amaçlamıştır. Çalışma bulgularını incelediğinde öğrenciler tarafından algılanan özerklik desteği ile problem çözme becerisine yönelik algıları arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu ve öğrenciler tarafından algılanan özerklik desteği ile eleştirel düşünme eğilimleri arasında da anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Sumarna, Wahyudin ve Herman (2017), çalışmalarında Matematik Soruşturma Yaklaşımının ilköğretim öğretmenlerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemeyi ve ilköğretim öğretmenlerinin Eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede öğrenme faktörü ile önceki matematik bilgisi arasında bir etkileşimin olup

olmadığını araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucunda matematiksel soruşturma yaklaşımının eleştirel düşünme becerilerine olumlu etkisi olduğu ve ilköğretim öğretmenlerinin Eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede öğrenme faktörü ile önceki matematik bilgisi arasında bir etkileşimin olmadığı sonucuna varmışlardır.

Fazriyah, Supriyati ve Rahayu (2017), çalışmalarında bütünleşmiş (entegre) öğrenme modelinin ve eleştirel düşünme becerisinin öğrencilerin fen öğrenmelerine etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada elde edilen bulguları incelediklerinde bütünleşmiş (entegre) öğrenme modeli ile eğitim alan öğrencilerin fen öğrenmelerinin daha iyi olduğu, entegre öğrenme modeli ile eleştirel düşünme becerisi arasında anlamlı bir ilişki olduğu ve eleştirel düşünme becerilerini içeren tematik öğrenme modelinin öğrencilerin fen öğrenmelerini geliştirmede etkili olduğu sonuçlarına ulaşmışlardır.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, araştırmada yer alan denekler, kullanılan veri toplama araçları, deney deseni, araştırmada izlenen işlem yolu, denel işlemler, öğrenme malzemeleri ve veri çözümleme tekniklerinin açıklamaları yer almaktadır.

#### 3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada yarı deneysel araştırma modellerinden olan ön test- son test kontrol gruplu araştırma modeli kullanılmıştır. Araştırmada yer alan katılımcıların benzer nitelikte olmalarına maksimum seviyede özen gösterilmiştir. Bunun yanında, hangi grubun deney grubu, hangisinin kontrol grubu olacağı da yansız biçimde kararlaştırılmıştır.

Çalışma 2017-2018 öğretim yılı, bahar yarıyılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği A ve B şubelerinde eğitim alan ikinci sınıf öğrencilerinden oluşan iki grup öğrenciye uygulanmıştır. Bu şubelerden biri deney grubu, diğeri kontrol grubu olarak tayin edilmiştir. Deney grubunda Probleme Dayalı Öğrenme yöntemi kullanılarak öğretim yapılırken, kontrol grubunda geleneksel yolla öğretim yapılmıştır.

### 3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırma deneysel bir çalışması olduğu için araştırma için bir evren tanımlanamaz, araştırmanın örnekleme 2017- 2018 öğretim yılı, bahar yarıyılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı örgün şubesinde eğitim gören ve Modern Fizik dersini ilk defa alan öğrencilerden oluşmaktadır. Uygulama dersi hiç almamış ve konu ile ilgili az bile olsa bilgi sahibi olmayan kişilere yapılması gereken bir uygulama olduğu için ve bulguların amaca uygun olabilmesi için uygulama dersi alıp başarısız olan öğrenciler ayrı tutularak dersi ilk defa alan öğrencilere yapılmıştır. Araştırmada rastgele olacak şekilde, ikinci sınıf B şubesi öğrencileri deney grubu, A şubesi öğrencileri de kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Devamsızlık nedeniyle ön veya son ölçümleri alınamayan, denel işlemler sırasında devamsızlık yapan ve katılımları sağlanmamış olan öğrencilerden elde edilen veriler istatistiksel inceleme sırasında dikkate alınmamıştır. Sonuç olarak istatistiksel analizleri yapılan çalışma grubu deney grubunda 30 kontrol grubunda 29 olmak üzere toplam 59 kişiden oluşmaktadır.

Bu öğrencilerle çalışılmasının nedenlerinden en önemlisi uygulama için seçilen ders konularının bulunduğu dersin seçilen sınıf programında yer almasıdır. Araştırmada probleme dayalı öğretimin yapılacağı deney ve geleneksel öğretimin yapılacağı kontrol grupları bulunmuştur. Belirlenen gruplardaki öğrencilerin tümü Yüksek Öğretime Geçiş sistemine göre yerleştirilmiş ve başarı puanları birbirine yakın öğrencilerdir. Bu nedenle iki gruptaki öğrencilerin hazır bulunuşlukları arasında anlamlı istatistiksel bir farklılık olmaması ya da bu farklılığın minimum düzeyde olduğu beklenmektedir.

Araştırma öncesinde kontrol grubu öğrencileri ve deney (probleme dayalı öğretim) grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde kavramsal anlama düzeyleri ve eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişki incelenmiş ve elde edilen bulgulara ilişkin veriler Tablo 3.1. ve Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 3.1.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | N  | O     | SS     | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|--------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 59,87 | 13,148 | 1,052 | P=0,297*      |
| KG      | 29 | 56,17 | 13,826 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 160

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 3.1. incelendiğinde “Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)” ön ölçümlerinde deney grubu ortalamasının (O=59,87) ve kontrol grubu ortalamasının (O=56,17) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [ $p=0,297$ ; ( $p>0.05$ )]

**Tablo 3.2.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|---------|----|-------|-------|--------|---------------|
| DG      | 30 | 72,87 | 7,583 | -2,032 | P=0,051*      |
| KG      | 29 | 76,66 | 6,694 |        |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 3.2. incelendiğinde “Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ)” ön ölçümlerinde deney grubu ortalamasının (O=72,87) ve kontrol grubu ortalamasının (O=76,66) birbirine yakın olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. [ $p=0.051$  ( $p<0.050$ )]



### 3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veriler; araştırmacı tarafından geliştirilen “Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)” (Ek 2) ve Özelçi ve Saraçoğlu tarafından geliştirilen “Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ)” (Ek 3) ile toplanmıştır.

#### 3.3.1. Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi

Bu araştırmada modern fizik dersinde probleme dayalı öğrenme yönteminin kullanılmasının kavramsal anlama üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için araştırmacı tarafından Siyah Cisim Işıması, Fotoelektrik Olay ve Compton Saçılması konularını kapsayan bir kavramsal anlama testi geliştirilmiştir.

Ölçek geliştirme sürecinin başında kontrol grubuna klasik anlatım yapılması sırasında kullanılacak olan “Siyah Cisim Işıması”, “Fotoelektrik Olay” ve “Compton Saçılması” konularını içeren ders anlatım materyali çeşitli kaynaklar taranarak geliştirilmiştir (Eisberg ve Resnick, 1974; Serway ve Beichner, 2011). Ardından bu ders notları referans alınarak her konu için ayrı ayrı Bloom Taksonomisine uygun olarak (Bilgi, Kavrama, Uygulama, Analiz, Sentez ve Değerlendirme) öğrencilere kazandırılması hedeflenen hedef davranışlar belirlenmiş ve listelenmiştir. Bu süreçte konu kapsamında yer alan tüm kazanımların yazılmasına titizlikle dikkat edilmiştir. Uzman görüşünden faydalanarak eksik veya fazla kavram bulunup bulunulmadığı araştırılmış ve gerekli düzeltmeler yapılarak son haline getirilmiştir. (Ek 4)

“Siyah Cisim Işıması”, “Fotoelektrik Olay” ve “Compton Saçılması” konuları için yazılan hedef davranışlar son halini aldıktan sonra test maddelerinin geliştirilmesi sürecine geçilmiştir. Bu süreçte testte, tüm konular için belirlenen hedef ve hedef davranışları ölçecek maddelerin bulunması temel hedef olmuştur. Bu hedef doğrultusunda teste, kavramsal anlama düzeyinde maddeleri içeren 36 soruluk ilk hali verilmiştir.

Testin geçerliliğinin belirlenebilmesi için genellikle alanında uzman eğitimcilerin görüşleri alınmaktadır. Kavramsal anlama düzeyinde hazırlanan 36 soruluk KFYKAT, alanında uzman kişilerce kontrol edilmiş ve alanında uzman 2 öğretim üyesinde alınan görüşler sonucunda bazı maddeler düzeltilirken kavramsal anlama testi için uygun olmadığı düşünülen 3 madde testten çıkarılmıştır. Yapılan düzeltmeler ve çıkarmalar sonucunda test 33 soruluk son halini almıştır.

Geliştirilen KFYKAT'nin kullanılabilir olup olmadığının tespit edilebilmesi için elde edilen verilerin analiz edilmesi gerekmektedir. Testin kullanılabilir olması için geçerlik ve güvenirliğinin yüksek olması ve test maddelerinin zorluk ve ayırt edicilik indekslerinin yeterli olması gerekmektedir.

Testin istatistiksel analizinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için 33 soruluk KFYKAT son halini aldıktan sonra her madde dört seçenekten (a, b, c, d) oluştuğundan ve toplamda 33 madde olduğundan dolayı istatistiksel analizinin yapılabilmesi için testin en az 132 (33x4) kişiye uygulanması gerekmektedir.

Ölçek geliştirme sürecinde çalışma gruplarını Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi ve Fizik Öğretmenliği Bölümü öğrencileri oluşturmaktadır. Bu grupların seçilme nedeni daha önce ilgili konuları içeren Modern Fizik veya Kuantum Fiziği derslerinden en az birini almış olmalarıdır. Test, Fizik Öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinden 9, 4. sınıf öğrencilerinden de 15 kişiye, Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıf öğrencilerinden 52, 4. sınıf öğrencilerinden 63 kişiye olacak şekilde toplam 139 kişiye uygulanmıştır. İstatistiksel analizler yapılırken ön uygulamadan alınan veriler SPSS 22.0 programına 1:Doğru 0: Yanlış olacak şekilde girilmiştir.

Madde ayırt edicilik indeksi maddenin ölçmeye çalıştığı kavramı bilen öğrenci ile bilmeyen öğrenci arasındaki ayrımı yapabilmesinin bir ölçütüdür. Bir madde puanı düşük olan öğrenciler tarafından doğru cevaplanmış ancak puanı yüksek öğrenciler tarafından yanlış cevaplanmışsa o maddenin ayırt ediciliği düşük kabul edilmektedir. Tam tersi durumda ise madde ayırt edici kabul edilmektedir. Madde ayırt edicilik indeksi hesaplanırken testten alınan puanlara göre çalışma grubu büyükten küçüğe doğru sıralanır ve ilk %27'lik bölüm ile son %27'lik bölüm seçilir.

İlk %27'lik bölüm üst grup son %27'lik bölüm alt grup olarak isimlendirilir. Her bir madde için maddeyi üst grupta doğru cevaplayan kişi sayısı (nüg) ile alt grupta doğru cevaplayan kişi sayısı (nag) farkı alınır ve bu toplam tek bir gruptaki toplam öğrenci sayısına (n) bölünerek madde ayırt edicilik indeksi (maei) hesaplanır.

$$MAEI = \frac{nüg - nag}{n}$$

Madde ayırt edicilik indeksi 0.19'un altında olan değerlerin ayırt edicilikleri yetersiz olarak kabul edilir ve testten çıkartılması gerekir.

139 kişiye yapılan ön uygulama sonucunda elde edilen verilere gerekli istatistiksel analiz çalışmaları yapıldığı zaman 33 maddeden 13'ünün ayırt edicilik indekslerinin 0.19'un altında olduğu görülmüştür ve bu yüzden bu 13 madde testten çıkarılarak teste son hali verilmiştir. Bu aşamadan sonraki istatistiksel çalışmalar bu 20 soru üzerinden devam etmektedir.

Bir testin kullanılabilir olması için gerekli bir diğer şart da testin güvenilir olmasıdır. Güvenirlik bir testin tüm uygulamalarda bir birine yakın sonuçlar verme ve rastlantısal hatalardan arınık olma derecesidir. Bir testin güvenilirliği istatistiksel bir değer olan güvenirlilik katsayısı ile ilişkilendirilir ve bu katsayı 0 ile 1 arasında değerler alabilir. 1'e yaklaştıkça testin güvenirliliği artmakta 0'a yaklaştıkça azalmaktadır. Güvenirlilik katsayısı 0.7 ve üzeri olan testlerin güvenirliliği yeterli kabul edilmektedir (Pallant, 2013).

Madde ayırtıcılık indeksi 0.19'un altında olan 13 madde testten çıkarıldığı zaman KR20 güvenirlilik katsayısı 0.78 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 0.7'nin üzerinde olduğu için testin 20 soruluk son halinin güvenilir olduğu söylenebilir.

Madde güçlük indeksi 0 ile 1 arasında değerler alabilir. 1'e yaklaştıkça madde kolaylaşır, 0'a yaklaştıkça madde zorlaşır. Bir madde için madde güçlük indeksinin ideal değeri 0.5'dir. Bu yüzden 0.5 ortalamasını yakalamak madde güçlüğüne yeterli tutmak için en temel hedeftir. Madde güçlük indeksi 0.00 ile 0.29 arasında ise sorunun zor, 0.30 ile 0.69 arasında ise sorunun normal, 0.70 ile 1.00 arasında ise sorunun kolay olduğu kabul edilir.

Madde güçlük indeksi hesaplanırken testten alınan puanlara göre çalışma grubu büyükten küçüğe doğru sıralanır ve ilk %27'lik bölüm ile son %27'lik bölüm seçilir. İlk %27'lik bölüm üst grup son %27'lik bölüm alt grup olarak isimlendirilir. Her bir madde için maddeyi üst grupta doğru cevaplayan kişi sayısı (nüg) ile alt grupta doğru cevaplayan kişi sayısı (nag) toplanır ve bu toplam iki gruptaki toplam öğrenci sayısına (N) bölünerek madde güçlük indeksi (mgi) hesaplanır.

$$MGİ = \frac{nüg + nag}{N}$$

20 maddelik KFYKAT son haline yapılan gerekli istatistiksel çalışmalar sonucunda elde edilen veriler tablo 3.3'de verilmektedir.

**Tablo 3.3.**  
**KFYKAT Maddelerinin Madde Güçlük İndeksleri**

| Madde | MGİ  | Madde | MGİ  | Madde | MGİ  | Madde | MGİ  |
|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 1     | 0,21 | 6     | 0,29 | 11    | 0,29 | 16    | 0,23 |
| 2     | 0,55 | 7     | 0,42 | 12    | 0,60 | 17    | 0,37 |
| 3     | 0,64 | 8     | 0,87 | 13    | 0,51 | 18    | 0,32 |
| 4     | 0,81 | 9     | 0,28 | 14    | 0,34 | 19    | 0,48 |
| 5     | 0,59 | 10    | 0,35 | 15    | 0,51 | 20    | 0,31 |

$0,00 < MGİ < 0,40$  ise madde zor,  $0,40 < MGİ < 0,60$  ise madde normal,  $0,60 < MGİ < 1,00$  ise madde kolay

Tablo 3.3. incelendiği zaman zaman 1., 6., 9., 10., 11., 14, 16., 17., 18. ve 20. maddelerin zor olduğu; 2., 5., 7., 12., 13., 15., ve 19. maddelerin normal olduğu; 3., 4., ve 8. maddelerin kolay olduğu görülmektedir.

Bu istatistiksel çalışmalar sonucunda güvenilirlik katsayısı 0,78 olarak bulunan ölçek 20 soruluk son halini almıştır. İçeriklerine göre 8 soru Siyah Cisim Işıması ile ilgili, 6 soru Fotoelektrik Olay ile ilgili ve 6 soru Compton Saçılması ile ilgilidir.

Test son halini aldıktan sonra öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin daha ayrıntılı bir şekilde tespit edilebilmesi amacı ile üç aşamalı test haline dönüştürülmüştür. Üç aşamalı testin ilk aşaması çoktan seçmeli yanıt aşaması, ikinci aşaması ilk aşamada işaretlediği cevap hakkında yazılacak klasik açıklama aşaması ve son aşama da öğrencinin bu soruya karşı kendisine duyduğu güveni yansıtacağı

emin olma düzeyi aşamasıdır. Herhangi bir madde hakkında bilgi sahibi olmadan doğru cevap veren bir öğrencinin klasik açıklama kısmını doğru olarak cevaplaması beklenmemektedir ve bu da konuyu bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etmede oldukça kullanışlı olmaktadır. Bu sayede öğrencilerin test maddesinin içerdiği konuda kavramsal anlamaya sahip olmadan tesadüfi hata yapmasının ve araştırma bulgularının doğruluğunu olumsuz etkilemesinin önüne geçilebilmektedir.

Üç aşamalı testten elde edilen veriler puanlanırken; ilk aşamada verilen doğru yanıt 1 yanlış yanıt 0 puan, ikinci aşamada doğru yanıt 2 kısmen doğru yanıt 1 yanlış yanıt 0 puan, üçüncü aşamada ise emin olma derecesine göre sırasıyla 5, 4, 3, 2 ve 1 puan verilmiştir. Bu testten toplamda alınacak maksimum puan 160'dır.

### 3.3.2. Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği

Özelçi ve Saracoğlu tarafından 2017 yılında geliştirilen Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ) likert tipi bir ölçektir. Likert tipi ölçeklerin dayandığı temel bireyin verdiği cevapların kendisi hakkında bilgi vermesidir. Birey çeşitli özellikleri bakımından kendini gözleyerek bu gözlemlerini ölçek üzerinden bildirir. EDTÖ Likert tipinde hazırlanan, toplam 19 madde ve Bilgi Toplamaya İsteklilik (BTİ), Öz Düzenleme (ÖD), Çıkarımda Bulunma (ÇB), Kanıta Dayalı Karar Verme (KDKV) ve Neden Aramaya Açıklık (NAA) olmak üzere beş alt boyuttan oluşmaktadır.

Bu alt boyutların ölçüldüğü maddeler sırayla;

Bilgi toplamaya isteklilik: 4,8, 12, 19

Öz düzenleme: 6, 13, 15, 16, 18

Çıkarımda bulunma: 2, 9, 10,

Kanıta dayalı karar verme: 5, 11, 17

Neden aramaya açıklık: 1, 3, 7, 14

Özelçi ve Saracoğlu ölçek geliştirme sürecinde yaptığı istatistiksel analizler sonucunda ölçeğin her bir alt boyutuna ilişkin cronbach alpha iç tutarlılık katsayılarını sırasıyla 0.70, 0.64, 0.52, 0.54 ve 0.56 olarak belirlemişlerdir. Ölçekten elde edilebilecek maksimum puan 95, minimum puan ise 19'dur. Ölçek 17-25 yaş grubunda kullanıma uygundur. Öğrencilerin eleştirel düşünme tutumlarını belirlemek için bu test ön test ve son test olarak kullanılmıştır.

Testten elde edilen veriler puanlanırken “tamamen katılıyorum 5, katılıyorum 4, biraz katılıyorum 3, katılmıyorum 2, kesinlikle katılmıyorum 1” şeklinde puanlanmıştır. Bunun yanında ölçek ters maddeler de içermektedir (1, 3, 5, 7, 11, 14, 16, 17). Puanlama sırasında bu ters maddeler çevrilmiştir.

### 3.4. Deney Deseni

Çalışmada yarı deneysel araştırma modellerinden olan ön test –son test kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Araştırma bir kontrol ve bir deney olmak üzere iki grup ile birlikte yürütülmüştür. Deney grubunda probleme dayalı öğretim yöntemi ile ders anlatımı yapılırken kontrol grubunda geleneksel öğretim yapılmıştır. Araştırma başlangıcında ve sonunda her iki gruba KFYKAT ve EDTÖ uygulanmıştır.

Araştırmada Tablo3.4’de verilen deney deseni uygulanmıştır.

**Tablo 3.4.**

#### Deney Deseni

| Grubun adı    | Uygulama Öncesi | Denel İşlemler          | Uygulama Sonrası |
|---------------|-----------------|-------------------------|------------------|
| Kontrol grubu | KFYKAT ve EDTÖ  | Geleneksel öğretim      | KFYKAT ve EDTÖ   |
| Deney grubu   | KFYKAT ve EDTÖ  | Probleme dayalı öğretim | KFYKAT ve EDTÖ   |

### 3.5. İşlem Yolu

Araştırma süresince aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- 1) Araştırma süresince yapılan çalışmaların sistematik bir şekilde planlanması amacıyla işlem zaman çizelgesi yapılmıştır. (Ek 1)
- 2) Kapsamlı alanyazın taraması yapılmıştır.
- 3) Çeşitli kaynaklardan yararlanılarak klasik fiziğin yetersizliği konusu ders anlatım materyali geliştirilmiştir. (Ek 5)
- 4) Klasik fiziğin yetersizlikleri konusu içerisinde kazandırılacak hedef, hedef davranışlar belirlenmiştir.
- 5) KFYKAT ilk haliyle hazırlanmıştır.
- 6) KFYKAT geliştirilmesi için etik izni alınmıştır. (Ek 6)
- 7) KFYKAT geliştirilmiştir.
- 8) EDTÖ kullanım izni alınmıştır.
- 9) Alanyazında klasik fiziğin yetersizliklerinin öğretimi ve probleme dayalı öğretim yöntemi ile ilgili çalışmalar göz önünde bulundurularak PDÖ öğretmen ve öğrenci materyalleri geliştirilmiştir. (Ek 7 ve Ek 8)
- 10) Uygulama etik izni alınmıştır. (Ek 9)
- 11) Deney ve kontrol grupları rastgele belirlenmiştir.
- 12) KFYKAT ve EDTÖ ile uygulamaya başlamadan ön ölçümler alınmıştır.
- 13) Deney grubuna probleme dayalı öğretim, kontrol grubuna geleneksel öğretim araştırmacı tarafından yapılmıştır.
- 14) KFYKAT ve EDTÖ ile uygulama sonu ölçümler alınmıştır.
- 15) Verilerin analizi sonucu elde edilen bulgular ışığında araştırma raporlaştırılmıştır.

### 3.6. Denel İşlemler

Denel işlemler, 2017-2018 yılının bahar yarıyılının Nisan ve Mayıs aylarında (dört hafta / toplam 16 ders saatinde) deney ve kontrol gruplarında, Modern Fiziğe Giriş dersi için haftalık ders programlarında ayrılan gün içinde dersler işlenmiştir.

Deneysel süreçte öğretimi planlanan konuların uygulanmasına her iki grupta eş zamanlı olarak başlanılmış ve eş zamanlı olarak bitirilmiştir. Denel işlemler öncesindeki hafta ön ölçümler alınmış, dört hafta boyunca uygulama sürdürülmüştür. Uygulama bittikten bir hafta sonra son ölçümler alınmıştır. İki farklı öğretim grubu ile deneylerin yapılması sürecinde gerçekleştirilecek işlemler aşağıda detaylandırılmıştır.

### 3.6.1. Deney Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler

Deneysel çalışmaya başlamadan önce deney grubuna probleme dayalı öğretim ile ilgili bilgi verilmiştir. Sunum şeklinde hazırlanan probleme dayalı öğrenmenin tüm ana hatlarını içeren bilgiler düz anlatım ile tanıtılmış ve öğrencilerin konu ile ilgili soruları yanıtlanmıştır. Her ünite için iki ders saati kullanılmış ve üniteler 1 hafta içinde bitirilmiştir. Ders akışı şu şekildedir:

1. Dersi alan öğrencilerden kendi istekleri doğrultusunda 5-7 kişilik gruplar oluşturması istenmiştir.

2. Probleme dayalı öğretim yöntemine yönelik hazırlanan materyaller kullanılarak öğretimsel işler gerçekleştirilmiştir.

Öğretimsel işler:

a) Öğrencilerin dikkatini çekmek amacı ile konu ile alakalı video izletilmesi ve problem cümlesinin öğrencilere sunulması.

b) Konu ile ilgili önceden hazırlanmış senaryonun içinde yer aldığı çalışma yaprağının öğrencilere verilmesi. ( Deney yaprağı Ek 7de verilmiştir.)

c) Çalışma yaprağında belirtilen adımlar doğrultusunda çalışmanın gerçekleştirilmesi

İzlenen adımlar aşağıda belirtilmektedir:

**Adım 1** Problemi belirleme



**Adım 2** Probleme çözüm olabilecek hipotezleri belirleme

**Adım 3** Belirlenen hipotezleri sınamak için öğrenilmesi gereken bilgileri belirleme

**Adım 5** Çeşitli kaynakları kullanarak belirlenen hipotezleri test etme

**Adım 6** Yanlış hipotezleri ve yanıtları düzeltme

**Adım 7** Yazılan hipotezleri ve yanıtları sınıfa sunma

**Adım 8** Gruplar arasında fikir alış verişi yaparak doğru hipotezleri belirleme

d) Uygulama sonunda senaryoya atıfta bulunarak ve senaryo içerisinde yer almayan bazı bilgilerin üzerinde durarak ders anlatımı yapılması

Uygulama süresi boyunca her derse ait günlük ders planlarını içerisinde bulunduran öğretmen materyalleri Ek 8’de verilmiştir.

### **3.6.2. Kontrol Grubunda Gerçekleştirilen İşlemler**

Her ünite için iki ders saati kullanılmış ve her ünite 1 hafta içinde bitirilmiştir.

Ders akışı şu şekildedir:

1. Dersi alan öğrencilere uygulamanın başladığı ilk derste konu anlatım materyalleri dağıtılmıştır.
2. Konu anlatım materyalleri üzerinden konu anlatımı yapılmıştır.
3. Ders sonunda konu ile alakalı problemler çözülmüştür.

### **3.7. Veri Çözümleme Teknikleri**

Araştırma süresince elde edilen verilerin analizinde SPSS 22.0 istatistik programı kullanılmıştır. Problem ve alt problemlerin özelliği dikkate alınarak

dağılımları belirlemede yüzde, aritmetik ortalama, standart sapma; değişkenlere ilişkin ortalamalar arasındaki farkın önem düzeylerinin belirlenmesinde parametrik testler (Bağımsız Örneklem t-testi ve İlişkili Örneklem t-testi) ile parametrik olmayan testler (Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar testi) kullanılmıştır. Aşağıda araştırma problemlerinin çözümü için başvuru olan istatistiksel teknik ve yöntemlerin hangi durumlarda kullanıldıkları belirtilmiştir.

- Veri analizi sonucu elde edilen değerlerin orta noktasını gösteren ve dağılımı temsil eden bir ölçü olarak “Aritmetik ortalamadan” faydalanılmıştır.

- Elde edilen dağılımlardaki her bir değer ile ortalama arasındaki farkı, diğer bir deyişle dağılımın ne yaygınlıkta olduğunu göstermek için “Standart sapmadan” faydalanılmıştır.

- Grupların homojen olduğu durumlarda iki grubun ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesinde kullanılan, iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi olan “Bağımsız Örneklem T-Testi” kullanılmıştır.

- Gruplar homojen olmadığında bağımsız iki grubun ölçümleri arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesinde kullanılan “Mann-Whitney U testi” kullanılmıştır.

- Homojen bir grubun ön test ve son testleri arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesinde kullanılan “İlişkili Örneklem T-Testi” kullanılmıştır.

- Homojen dağılıma sahip olmayan bir grubun ön test ve son testleri arasındaki farkın anlamlılığının test edilmesinde kullanılan parametrik olmayan “Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi” kullanılmıştır.

- Bir grubun testin farklı aşamalarından elde ettikleri puanlar ve grubun kavramsal anlama düzeyleri ile eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla “Pearson Korelasyon Analizi” kullanılmıştır.

## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde, çalışmada kullanılan ve önceki bölümde sunulan araştırma yöntemi ile toplanan verilerin, araştırmanın her bir alt problemi ile ilgili olarak istatistiksel tekniklerle yapılan çözümlemeler sonucu elde edilen bulgulara ve bu bulgulara ilişkin yorumlara yer verilmiştir. Probleme dayalı ve geleneksel öğretimle sunulmuş kuantum fiziği klasik fiziğin yetersizlikleri konusunun, lisans öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri ve eleştirel düşünme tutumları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla uygulamadaki her iki grup istatistiksel olarak normal dağılım gösterdikleri için deney ve kontrol gruplarının başarı testi puanları aritmetik ortalaması, standart sapmaları ve parametrik testlerden olan t testi SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur. Ayrıca sonuçların doğruluğundan emin olmak için başarı puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar ve Mann-Whitney U kullanılarak da analiz edilmiştir.

#### **4.1. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki**

KFYKAT 3 aşamalı bir testtir ve bu yüzden bu testten elde edilen veriler analiz edilirken öğrencilerin testten aldıkları toplam puanların yanında öğrencilerin her üç

aşamadan aldıkları puanlar da ayrı ayrı analiz edilerek aralarında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir.

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde akademik başarıları arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.1. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.1.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | N  | O     | SS     | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|--------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 59,87 | 13,448 | 1,052 | P=0,297*      |
| KG      | 29 | 56,17 | 13,826 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 160

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.1. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT) ön ölçümlerinde deney grubu ortalamasının (O=59,87) ve kontrol grubu ortalamasının (O=56,87) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [  $p=0,297$ ; ( $p>0.05$ ) ]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde akademik başarıları arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.2. de sunulmuştur.

**Tablo 4.2.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 32,15           | 964,50       | 370,5 | P=0,328*      |
| KG      | 29 | 27,18           | 805,50       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 160

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.2. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT) ön ölçümlerinde deney grubu sıra ortalamasının (O=31,15) ve kontrol grubu sıra ortalamasının (O=27,18) birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [p=0,328; (p>0.05)].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu iki grup arasında uygulama öncesinde kavramsal anlama düzeyleri açısından bir fark olmadığı söylenebilir.

#### 4.1.1. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.3. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.3.**

#### Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | O    | SS    | t     | Önem denetimi |
|---------|----|------|-------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 8,87 | 1,756 | 0,676 | P=0,502*      |
| KG      | 29 | 8,55 | 1,824 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 20

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.3. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT) ön ölçümlerinde ilk aşama puanlarına göre deney grubu ortalamasının(O=8,87) ve kontrol grubu ortalamasının (O=8,55) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [ p=0,502; (p>0.05)]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.4. de sunulmuştur.

**Tablo 4.4.**  
**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 31,37           | 941,00       | 394,0 | P=0,525*      |
| KG      | 29 | 28,59           | 829,00       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 20

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.4. incelendiğinde testin ilk aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının ( $O=31,37$ ) ve kontrol grubu sıra ortalamasının ( $O=28,59$ ) birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [ $p=0,525$ ; ( $p>0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu iki grup arasında uygulama öncesinde ilk aşama olan çoktan seçmeli cevap aşamasında anlamlı fark olmadığı söylenebilir.

#### 4.1.2. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde testin ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.5. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.5.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT  
İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | O    | SS    | t     | Önem denetimi |
|---------|----|------|-------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 1,70 | 1,579 | 0,462 | P=0,646*      |
| KG      | 29 | 1,48 | 2,011 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 40

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.5. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT) ön ölçümlerinde ikinci aşama puanlarına göre deney grubu ortalamasının (O=1,70) ve kontrol grubu ortalamasının (O=1,48) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [  $p=0,646$ ; ( $p>0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.6.'da sunulmuştur.

**Tablo 4.6.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT  
İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi  
Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 32,28           | 968,50       | 366,5 | P=0,279*      |
| KG      | 29 | 27,64           | 801,50       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 40

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.6. incelendiğinde testin ikinci aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının (O=32,28) ve kontrol grubu sıra ortalamasının (O=27,64)

birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [ $p=0,279$ ; ( $p>0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu iki grup arasında uygulama öncesinde ikinci aşama olan klasik açıklama aşamasında anlamlı fark olmadığı söylenebilir.

#### 4.1.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde testin son aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.7. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.7.**

#### Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | O     | SS     | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|--------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 49,00 | 12,154 | 0,873 | P=0,386*      |
| KG      | 29 | 46,14 | 13,032 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 100

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.7. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT) ön ölçümlerinde üçüncü aşama puanlarına göre deney grubu ortalamasının ( $O=49,00$ ) ve kontrol grubu ortalamasının ( $O=46,14$ ) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [ $p=0,386$ ; ( $p>0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik



olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.8.'de sunulmuştur.

**Tablo 4.8.**

**Kontrol Grubu ve Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 32,13           | 964,00       | 371,0 | P=0,331*      |
| KG      | 29 | 27,79           | 806,00       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 100

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.8. incelendiğinde testin son aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının ( $O=32,13$ ) ve kontrol grubu sıra ortalamasının ( $O=27,79$ ) birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [ $p=0,331$ ; ( $p>0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu iki grup arasında uygulama öncesinde son aşama olan emin olma düzeyi aşamasında anlamlı fark olmadığı söylenebilir.

#### **4.2. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişki**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT'nin her aşamasından aldıkları puanların kendi aralarındaki ilişkisini test etmek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizleri Tablo 4.9'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.9.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları  
Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

| Korelasyon katsayısı | i-ii  | i-iii  | ii-iii |
|----------------------|-------|--------|--------|
| r                    | 0.196 | -0.018 | 0.295  |

*Not: i: çoktan seçmeli cevap aşaması, ii: klasik açıklama aşaması, iii: eminlik düzeyi  
 $r < .00$  ise ters bir ilişki,  $.00 < r < .10$  ise korelasyon çok küçük,  $.10 < r < .29$  ise korelasyon küçük,  
 $.30 < r < .49$  ise korelasyon orta,  $.50 < r < 1.0$  ise korelasyon büyük*

Tablo 4.9. incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin çoktan seçmeli cevap aşaması ile klasik açıklama aşaması puanları arasında çok küçük anlamsız bir pozitif ilişki olduğu ( $.00 < r < .10$ ), çoktan seçmeli cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında anlamlı olmayan çok küçük negatif bir ilişki olduğu ( $-.10 < r < -.00$ ) ve klasik cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında istatistiksel olarak anlamsız küçük bir ilişki olduğu görülmektedir ( $.10 < r < .29$ ).

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde KFYKAT'nin her aşamasından aldıkları puanların kendi aralarındaki ilişkisini test etmek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizleri Tablo 4.10'da gösterilmektedir.

**Tablo 4.10.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde KFYKAT Aşama Puanları  
Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

| Korelasyon katsayısı | i-ii  | i-iii | ii-iii |
|----------------------|-------|-------|--------|
| r                    | 0,178 | 0,120 | 0,132  |

*Not: i: çoktan seçmeli cevap aşaması, ii: klasik açıklama aşaması, iii: eminlik düzeyi  
 $r < .00$  ise ters bir ilişki,  $.00 < r < .10$  ise korelasyon çok küçük,  $.10 < r < .29$  ise korelasyon küçük,  
 $.30 < r < .49$  ise korelasyon orta,  $.50 < r < 1.0$  ise korelasyon büyük*

Tablo 4.10. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin çoktan seçmeli cevap aşaması ile klasik açıklama aşaması, çoktan seçmeli cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması ve klasik cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında anlamlı olmayan küçük düzeyde bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $.10 < r < .29$ ).

#### 4.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.11. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.11.**

##### Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|---------|----|-------|-------|--------|---------------|
| DG      | 30 | 72,87 | 7,583 | -2,032 | P=0.051*      |
| KG      | 29 | 76,66 | 6,694 |        |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz (Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.11. incelendiğinde Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği (EDTÖ) ön ölçümlerinde deney grubu ortalamasının ( $O=72,87$ ) ve kontrol grubu ortalamasının ( $O=76,66$ ) birbirine yakın olduğu ve aralarında anlamlı bir düzeyde fark olmadığı görülmektedir. [ $p=0,051$ ; ( $p>0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.12. de sunulmuştur.

**Tablo 4.12.**

##### Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 25,83           | 775,00       | 310,0 | P=0,058*      |
| KG      | 29 | 34,31           | 995,00       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz (Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.12. incelendiğinde uygulama öncesi eleştirel düşünme tutumu deney grubu sıra ortalamasının ( $O=25,83$ ) ve kontrol grubu sıra ortalamasının ( $O=34,31$ ) birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [ $p=0,058$ ; ( $p>0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular incelendiğinde uygulama öncesinde iki grubun eleştirel düşünme tutumlarının benzer olduğu görülmektedir.

#### 4.4. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında akademik başarıları arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.13. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.13.**

#### Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | O      | SS     | t     | Önem denetimi |
|---------|----|--------|--------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 101,17 | 16,002 | 5,236 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 78,72  | 16,920 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 160

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.13. incelendiğinde “Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT)” son ölçümlerinde deney grubu ortalamasının ( $O=101,17$ ) ve kontrol grubu ortalamasının ( $O=78,72$ ) arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası kavramsal anlama düzeylerinin daha iyi olduğu görülmektedir. [ $p=,000$ ; ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında akademik başarıları arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.14. de sunulmuştur.

**Tablo 4.14.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlamaları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 39,52           | 1185,50      | 149,5 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 20,16           | 584,50       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 160

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.14. incelendiğinde “Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi(KFYKAT)” son ölçümlerinde deney grubu sıra ortalamasının ( $O=39,52$ ) ve kontrol grubu sıra ortalamasının ( $O=20,16$ ) arasındaki farkın deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir [ $p=0,000$ ; ( $p < 0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu probleme dayalı öğretim yönteminin geleneksel öğretime göre öğrencilerin klasik fiziğin yetersizlikleri konusu kavramsal anlama düzeyleri üzerine etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir.

**4.4.1. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki**

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.15. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.15.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | O     | SS    | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|-------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 13,07 | 2,333 | 4,062 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 10,62 | 2,290 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 20

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.15. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT) son ölçümlerinde ilk aşama puanlarına göre deney grubu ortalaması (O=13,08) ile kontrol grubu ortalaması (O=10,62) arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ve bu farkın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. [  $p=0,000$ ; ( $p<0.05$ ) ]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.16. da sunulmuştur.

**Tablo 4.16.**  
**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 37,83           | 1135,00      | 200,0 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 21,90           | 635,00       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 20

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.16. incelendiğinde uygulanan son testin ilk aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının (O=37,83) ve kontrol grubu sıra ortalamasının (O=21,90) arasında, deney grubu sıra ortalaması lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir [  $p=0,000$ ; ( $p<0.05$ ) ].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu PDÖ yönteminin KFYKAT ilk aşaması olan çoktan seçmeli yanıt aşamasında geleneksel öğretime göre daha üstün olduğu görülmektedir.

#### 4.4.2. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.17. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.17.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | N  | O     | SS    | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|-------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 17,17 | 5,884 | 7,457 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 7,31  | 4,072 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 40

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.17. incelendiğinde KFYKAT son ölçümlerinde ikinci aşama puanlarına göre deney grubu ortalamasının ( $O=17,17$ ) kontrol grubu ortalamasına ( $O=7,31$ ) göre anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir. [ $p=0,000$ ; ( $p < 0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.18. de sunulmuştur.

**Tablo 4.18.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | N  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U    | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|------|---------------|
| DG      | 30 | 42,18           | 1265,50      | 69,5 | P=0,000*      |
| KG      | 29 | 17,40           | 504,50       |      |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 40

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.18. incelendiğinde uygulanan son testin ikinci aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının ( $O=42,18$ ) kontrol grubu sıra ortalamasından ( $O=17,40$ ) anlamlı derecede farklı olduğu görülmektedir [ $p=0,000$  ( $p<0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu PDÖ yönteminin KFYKAT ikinci aşaması olan verilen yanıtın klasik açıklaması aşamasında geleneksel öğretime göre daha üstün olduğu görülmektedir.

#### 4.4.3. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin üçüncü aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.19. da gösterilmektedir.

**Tablo 4.19.**

#### Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Gruplar | n  | O     | SS     | t     | Önem denetimi |
|---------|----|-------|--------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 69,67 | 11,059 | 2,924 | P=0,005*      |
| KG      | 29 | 60,79 | 12,237 |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 100

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.19. incelendiğinde KFYKAT son ölçümlerinde üçüncü aşama puanlarına göre deney grubu ortalaması ( $O=69,67$ ) ile kontrol grubu ortalaması ( $O=60,79$ ) arasındaki farkın deney grubu lehine anlamlı bir şekilde farklı olduğu görülmektedir. [ $p=0,005$  ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında testin üçüncü aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar



arasındaki ilişki parametrik olmayan Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.20. de sunulmuştur.

**Tablo 4.20.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | Sıra ortalaması | Sıra Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|-----------------|--------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 35,67           | 1070,00      | 265,0 | P=0,010*      |
| KG      | 29 | 24,14           | 700,00       |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 100

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.20. incelendiğinde uygulanan son testin üçüncü aşamasından alınan puanlara göre deney grubu sıra ortalamasının ( $O=35,67$ ) ve kontrol grubu sıra ortalamasından ( $O=24,14$ ) anlamlı düzeyde farklı olduğu görülmektedir [ $p=0,010$  ( $p < 0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu PDÖ yönteminin KFYKAT üçüncü aşaması olan verilen cevaptan emin olma düzeyi aşamasında geleneksel öğretim yöntemine göre daha üstün olduğu görülmektedir.

#### **4.5. Deney Grubu ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama Puanları Arasındaki İlişki**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT'nin her aşamasından aldıkları puanların kendi aralarındaki ilişkisini test etmek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizleri Tablo 4.21.' de gösterilmektedir.

**Tablo 4.21.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama Puanları  
Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

| Korelasyon katsayısı | i-ii          | i-iii | ii-iii        |
|----------------------|---------------|-------|---------------|
| r                    | <b>0,589*</b> | 0,161 | <b>0,410*</b> |

*Not: i: çoktan seçmeli cevap aşaması, ii: klasik açıklama aşaması, iii: eminlik düzeyi*

*$r < .00$  ise ters bir ilişki,  $.00 < r < .10$  ise korelasyon çok küçük,  $.10 < r < .29$  ise korelasyon küçük,  $.30 < r < .49$  ise korelasyon orta,  $.50 < r < 1.0$  ise korelasyon büyük*

*\*: ilişki anlamlı*

Tablo 4.21. incelendiğinde uygulama sonunda deney grubu öğrencilerinin verdikleri yanıtlara göre çoktan seçmeli cevap aşaması ile klasik açıklama aşaması puanları arasında anlamlı büyük bir pozitif ilişki olduğu ( $0,50 < r < 1,00$ ), çoktan seçmeli cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında anlamlı olmayan çok küçük bir ilişki olduğu ( $0,10 < r < 0,29$ ) ve klasik cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında anlamlı orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmektedir ( $0,30 < r < 0,49$ ).

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında KFYKAT'nin her aşamasından aldıkları puanların kendi aralarındaki ilişkisini test etmek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizleri Tablo 4.22.' de gösterilmektedir.

**Tablo 4.22.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında KFYKAT Aşama  
Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

| Korelasyon katsayısı | i-ii          | i-iii         | ii-iii        |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| r                    | <b>0,649*</b> | <b>0,622*</b> | <b>0,680*</b> |

*Not: i: çoktan seçmeli cevap aşaması, ii: klasik açıklama aşaması, iii: eminlik düzeyi*

*$r < .00$  ise ters bir ilişki,  $.00 < r < .10$  ise korelasyon çok küçük,  $.10 < r < .29$  ise korelasyon küçük,  $.30 < r < .49$  ise korelasyon orta,  $.50 < r < 1.0$  ise korelasyon büyük*

*\*: ilişki anlamlı*

Tablo 4.22. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonunda verdikleri cevaplara göre çoktan seçmeli cevap aşaması ile klasik açıklama aşaması,

çoktan seçmeli cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması ve klasik cevap aşaması ile emin olma düzeyi aşaması puanları arasında anlamlı ve büyük düzeyde bir ilişki olduğu görülmektedir ( $0,50 < r < 1,00$ ).

#### 4.6. Kontrol Grubu Öğrencileri ile Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.23. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.23.**

#### **Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Gruplar | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|---------|----|-------|-------|--------|---------------|
| DG      | 30 | 75,13 | 7,964 | -0,920 | P=0,361*      |
| KG      | 29 | 76,86 | 6,346 |        |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz (Önem Denetimi  $p > 0.05$ )

Tablo 4.23. incelendiğinde EDTÖ son ölçümlerinde deney grubu ortalamasının ( $O=75,13$ ) ve kontrol grubu ortalamasının ( $O=76,86$ ) birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. [ $p=0.361$ ; ( $p > 0.05$ )]

Kontrol Grubu öğrencileri ile Deney Grubundaki öğrencilerinin uygulama sonrasında eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişki Mann-Whitney U testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.24. de sunulmuştur.

**Tablo 4.24.**

**Kontrol Grubu- Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrasında Eleştirel  
Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann- Whitney U- Testi  
Sonuçları**

| Gruplar | N  | Sıra<br>ortalaması | Sıra<br>Toplamı | U     | Önem denetimi |
|---------|----|--------------------|-----------------|-------|---------------|
| DG      | 30 | 28,33              | 850,00          | 385,0 | P=0,447*      |
| KG      | 29 | 31,72              | 920,00          |       |               |

Not: DG: Deney Grubu; KG: Kontrol Grubu

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz (Önem Denetimi  $p > 0.05$ )

Tablo 4.24. incelendiğinde uygulama sonrası eleştirel düşünme tutumu deney grubu sıra ortalamasının (O=28,33) ve kontrol grubu sıra ortalamasının (O=31,72) birbirine yakın olduğu ve grupların sıra ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir [ $p=0,447$ ; ( $p > 0.05$ )].

Her iki testten elde edilen bulgular sonucu deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrasında sahip oldukları eleştirel düşünme tutumlarının yakın düzeyde olduğu görülmektedir.

**4.7. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası  
Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasındaki ilişkiyi test etmek amacıyla yapılan ilişkili örneklem t-testi sonuçları Tablo 4.25. de sunulmuştur.

**Tablo 4.25.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında  
Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | n  | O      | SS     | t       | Önem denetimi |
|------|----|--------|--------|---------|---------------|
| ÖT   | 30 | 59,87  | 13,148 | -10,430 | P=0,000*      |
| ST   | 30 | 101,17 | 16,002 |         |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test, Max Puan: 160, \*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.25. incelendiğinde deney grubunun uygulama öncesinde kavramsal anlama testi puan ortalaması ( $O=59,87$ ) ile uygulama sonrasında kavramsal anlama testi ortalamasının ( $O=101,17$ ) farklı olduğu ve uygulama öncesi ile uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. [ $p=0.000$ ; ( $p<0.05$ )]

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve uygulama sonrası kavramsal anlama düzeyleri arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.26. de sunulmuştur.

**Tablo 4.26.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 0  | 0,00            | 0,00         | -4,783 | ,000*         |
| Pozitif Sıra | 30 | 15,50           | 465,00       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

Not : $Sontest < Öntest$ : negatif sıra

$Sontest > öntest$ : pozitif sıra

$sontest = öntest$ : eşitlik

\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p < 0,05$ )

Tablo 4.26 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin KFYKAT'inden uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p=0,000$ ;  $p<0,05$ )

#### 4.7.1. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi test amacıyla yapılan t testi sonuçları tablo 4.27. de gösterilmektedir.

**Tablo 4.27.**

#### Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Test | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|-------|--------|---------------|
| ÖT   | 30 | 8,87  | 1,756 | -7,167 | P=0,000*      |
| ST   | 30 | 13,07 | 2,333 |        |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 20

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.27. incelendiğinde Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT) çoktan seçmeli yanıt aşaması deney grubu ön ölçüm ortalamasının (O=8,87), son ölçüm ortalamasından (13,07) daha düşük olduğu ve iki ölçüm arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. [  $p=0,000$  ( $p > 0.05$ )]

Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında testin ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.28. de sunulmuştur.

**Tablo 4.28.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 2  | 5,50            | 11,00        | -4,475 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 27 | 15,70           | 424,00       |        |               |
| Eşitlik      | 1  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest:eşitlik*

*\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )*

Tablo 4.28 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin KFYKAT ilk aşaması olan çoktan seçmeli yanıt aşamasında uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanlar arasında uygulama sonundaki puanlar lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

**4.7.2. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT ikinci aşaması olan klasik açıklama aşamasında verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.29'da verilmiştir.

**Tablo 4.29.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | n  | O     | SS    | t       | Önem denetimi |
|------|----|-------|-------|---------|---------------|
| ÖT   | 30 | 1,70  | 1,579 | -14,218 | P=0,000*      |
| ST   | 30 | 17,17 | 5,884 |         |               |

*ÖT: Ön Test, ST: Son Test,*

*Max Puan: 40*

*\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p<0.05$ )*

Tablo 4.29. incelendiğinde KFYKAT ikinci aşama uygulama öncesi ortalamaları (1,70) ile uygulama sonrası ortalamaları (17,17) arasında uygulama sonrası lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. [  $p=0,000$ ; ( $p<0.05$ )]

Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında testin ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.30.' da sunulmuştur.

**Tablo 4.30.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 0  | 0               | 0            | -4,785 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 30 | 15,50           | 465,00       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest:eşitlik*

*\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )*

Tablo 4.30 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin KFYKAT ikinci aşaması olan klasik açıklama aşamasında uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanlar arasında uygulama sonundaki puanlar lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

**4.7.3. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki**

Deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT üçüncü aşaması olan eminlik düzeyi aşamasında verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.31'de verilmiştir.



**Tablo 4.31.**  
**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin**  
**Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-**  
**Testi Sonuçları**

| Test | n  | O     | SS     | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|--------|--------|---------------|
| ÖT   | 30 | 49,00 | 12,154 | -6,214 | P=0,000*      |
| ST   | 30 | 69,67 | 11,059 |        |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 100

\*Fark Önemli (Önem Denetimi  $p < 0.05$ )

Tablo 4.31 incelendiğinde KFYKAT üçüncü aşama uygulama öncesi ortalamaları (49,00) ile uygulama sonrası ortalamaları (69,67) arasında uygulama sonrası lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. [  $p=0,000$ ; ( $p>0.05$ )]

Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında testin üçüncü aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon işaretli sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.32.' de sunulmuştur.

**Tablo 4.32.**  
**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin**  
**Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren**  
**Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 4  | 6,88            | 27,50        | -4,218 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 26 | 16,83           | 437,50       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

Not :Sontest<Öntest: negatif sıra

Sontest>öntest: pozitif sıra

sontest=öntest: eşitlik

\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p < 0,05$ )

Tablo 4.32 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin KFYKAT üçüncü aşaması olan emin olma düzeyi aşamasında uygulama öncesinde elde ettikleri

puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanlar arasında uygulama sonundaki puanlar lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

#### 4.8. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişki

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT'ne verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.33'de verilmiştir.

**Tablo 4.33.**

#### Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Test | n  | O     | SS     | t       | Önem denetimi |
|------|----|-------|--------|---------|---------------|
| ÖT   | 29 | 56,17 | 13,826 | -15,392 | P=0,000*      |
| ST   | 29 | 78,72 | 16,920 |         |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 20

\*Fark Önemli(Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.33. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeyleri uygulama sonrası ortalamalarının ( $O=78,72$ ) uygulama öncesi ortalamalarından ( $O=56,17$ ) daha yüksek olduğu ve aralarındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir. [ $p=0,00$ ; ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında sahip oldukları kavramsal anlama düzeyleri arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon sıralı işaretler testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.34. de sunulmuştur.

**Tablo 4.34.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 6  | 3,83            | 23,00        | -4,207 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 23 | 17,91           | 412,00       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest:eşitlik*

*\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )*

Tablo 4.34 incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerini ölçen KFYKAT’nden uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanlar arasında uygulama sonundaki puanlar lehine anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

**4.8.1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Çoktan Seçmeli Yanıt Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki**

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.35’de verilmiştir.

**Tablo 4.35.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|-------|--------|---------------|
| ÖT   | 29 | 8,55  | 1,824 | -3,976 | P=0,000*      |
| ST   | 29 | 10,62 | 2,290 |        |               |

*ÖT: Ön Test, ST: Son Test*

*Max Puan: 20*

*\*Fark Önemli(Önem Denetimi  $p<0.05$ )*

Tablo 4.35. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT ilk aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanların uygulama öncesi ortalaması

( $O=8,55$ ) ile uygulama sonrası ortalamaları ( $O=10,62$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve uygulama sonunda daha iyi düzeyde olduğu görülmektedir. [  $p=0,00$ ; ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında KFYKAT ilk aşama puanları arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon sıralı işaretler testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.36.'da sunulmuştur.

**Tablo 4.36.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İlk Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi**

**Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 3  | 12,17           | 36,50        | -3,102 | 0,002*        |
| Pozitif Sıra | 20 | 11,98           | 239,50       |        |               |
| Eşitlik      | 6  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest: eşitlik*

*\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )*

Tablo 4.36. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT ilk aşaması olan çoktan seçmeli yanıt aşamasına verdikleri cevaplara göre uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde bir birlerinden farklı olduğu görülmektedir ( $p=0,002$ ;  $p<0,05$ )

**4.8.2. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Klasik Açıklama Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki**

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.37'de verilmiştir.

**Tablo 4.37.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | n  | O    | SS    | t      | Önem denetimi |
|------|----|------|-------|--------|---------------|
| ÖT   | 29 | 1,48 | 2,011 | -7,281 | P=0,000*      |
| ST   | 29 | 7,31 | 4,072 |        |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 40

\*Fark Önemli(Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.37. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT ikinci aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanların uygulama öncesi ortalaması (O=1,48) ile uygulama sonrası ortalamaları (O=7,31) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve uygulama sonunda daha iyi düzeyde olduğu görülmektedir. [  $p=0,00$ ; ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında KFYKAT ikinci aşama puanları arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon sıralı işaretler testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.38. de sunulmuştur.

**Tablo 4.38.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT İkinci Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 2  | 3,50            | 7,00         | -4,560 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 27 | 15,85           | 428,00       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

Not :Sontest<Öntest: negatif sıra

Sontest>öntest: pozitif sıra

sontest=öntest:eşitlik

\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )

Tablo 4.38. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT ikinci aşaması olan ilk aşamada işaretlenen yanıtın klasik açıklaması aşamasına verdikleri cevaplara göre uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında

elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde bir birlerinden farklı olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

#### 4.8.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Emin Olma Düzeyi Aşamasında Aldıkları Puanlar Arasındaki İlişki

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında KFYKAT üçüncü aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.39’da verilmiştir.

**Tablo 4.39.**

#### Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Üçüncü Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları

| Test | n  | O     | SS     | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|--------|--------|---------------|
| ÖT   | 29 | 46,14 | 13,032 | -5,039 | P=0,000*      |
| ST   | 29 | 60,79 | 12,237 |        |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 100

\*Fark Önemli(Önem Denetimi  $p<0.05$ )

Tablo 4.39. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT üçüncü aşamasına verdikleri cevaplara göre aldıkları puanların uygulama öncesi ortalaması ( $O=46,14$ ) ile uygulama sonrası ortalamaları ( $O=60,79$ ) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve uygulama sonunda daha iyi düzeyde olduğu görülmektedir. [  $p=0,00$ ; ( $p<0.05$ )]

Kontrol Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında KFYKAT üçüncü aşama puanları arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon sıralı işaretler testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.40.’da sunulmuştur.

**Tablo 4.40.**  
**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası KFYKAT Üçüncü**  
**Aşama Puanları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi**  
**Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 7  | 5,64            | 39,50        | -3,851 | 0,000*        |
| Pozitif Sıra | 22 | 17,98           | 395,50       |        |               |
| Eşitlik      | 0  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest: eşitlik*

*\*Fark Önemli (Önem denetimi  $p<0,05$ )*

Tablo 4.40. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT üçüncü aşaması olan verilen cevaptan emin olma düzeyi aşamasına verdikleri cevaplara göre uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde bir birlerinden farklı olduğu görülmektedir ( $p=0,00$ ;  $p<0,05$ )

#### 4.9. Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki

Deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme tutumlarını ölçmek amacıyla uygulama öncesi ve uygulama sonrasında yapılan testlerden aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.41’de verilmiştir.

**Tablo 4.41.**  
**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme**  
**Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | n  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|-------|--------|---------------|
| ÖT   | 30 | 72,87 | 7,583 | -1,087 | P=0,286*      |
| ST   | 30 | 75,13 | 7,964 |        |               |

*ÖT: Ön Test, ST: Son Test*

*Max Puan: 95*

*\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )*

Tablo 4.41. incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesindeki eleştirel düşünme tutumları ortalamalarının (72,87) uygulama sonrasındaki ortalamalarından (75,13) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olmadığı görülmektedir. [  $p=0,286$ ; ( $p>0,05$ )]

Deney Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasındaki eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.42. de sunulmuştur.

**Tablo 4.42.**

**Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 10 | 15,10           | 151,00       | -1,185 | 0,236*        |
| Pozitif Sıra | 18 | 14,17           | 255,00       |        |               |
| Eşitlik      | 2  |                 |              |        |               |

*Not :Sontest<Öntest: negatif sıra*

*Sontest>öntest: pozitif sıra*

*sontest=öntest:eşitlik*

*\*Fark Önemsiz (Önem denetimi  $p>0,05$ )*

Tablo 4.42. incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin EDTÖ'ne verdikleri cevaplara göre uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde bir birlerinden farklı olmadığı görülmektedir ( $p=0,236$   $p>0,05$ )

#### **4.10. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Uygulama Sonrası Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki**

Kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme tutumlarını ölçmek amacıyla uygulama öncesi ve uygulama sonrasında yapılan testlerden aldıkları puanlar arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan t-testi sonuçları tablo 4.43'de verilmiştir.



**Tablo 4.43.**  
**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme**  
**Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren T-Testi Sonuçları**

| Test | N  | O     | SS    | t      | Önem denetimi |
|------|----|-------|-------|--------|---------------|
| ÖT   | 29 | 76,66 | 6,694 | -0,143 | P=0,887*      |
| ST   | 29 | 76,86 | 6,346 |        |               |

ÖT: Ön Test, ST: Son Test

Max Puan: 95

\*Fark Önemsiz(Önem Denetimi  $p>0.05$ )

Tablo 4.43. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesindeki eleştirel düşünme tutumları ortalamalarının (76,66) uygulama sonrasındaki ortalamalarından (76,86) istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olmadığı görülmektedir. [  $p=0,887$  ( $p>0.05$ )]

Kontrol Grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasındaki eleştirel düşünme tutumları arasındaki ilişki parametrik olmayan Wilcoxon İşaretli Sıralar testi ile de analiz edilerek analiz sonuçları tablo 4.44. de sunulmuştur.

**Tablo 4.44.**  
**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi ve Sonrası Eleştirel Düşünme**  
**Tutumları Arasındaki İlişkiyi Gösteren Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi**  
**Sonuçları**

| Ölçümler     | n  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | z      | Önem Denetimi |
|--------------|----|-----------------|--------------|--------|---------------|
| Negatif Sıra | 13 | 15,23           | 198,00       | -0,114 | 0,909*        |
| Pozitif Sıra | 15 | 13,87           | 208,00       |        |               |
| Eşitlik      | 1  |                 |              |        |               |

Not :  $Sontest < Öntest$ : negatif sıra

$Sontest > öntest$ : pozitif sıra

$sontest = öntest$ : eşitlik

\*Fark Önemsiz (Önem denetimi  $p>0,05$ )

Tablo 4.44. incelendiğinde kontrol grubu öğrencilerinin EDTÖ'ne verdikleri cevaplara göre uygulama öncesinde elde ettikleri puanlar ile uygulama sonrasında elde ettikleri puanların istatistiksel olarak anlamlı bir düzeyde bir birlerinden farklı olmadığı görülmektedir ( $p=0,909$ ;  $p<0,05$ )

#### 4.11. Deney Grubu ve Kontrol Öğrencilerinin Uygulama Öncesindeki ve Uygulama Sonrasındaki Kavramsal Anlama Düzeyleri ve Eleştirel Düşünme Tutumları Arasındaki İlişki

Deney grubu öğrencilerinin KFYKAT ve EDTÖ ön uygulama ve son uygulama puanları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizi sonuçları tablo 4.45’de sunulmuştur.

**Tablo 4.45.**

#### Deney Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında Eleştirel Düşünme Tutumları ile Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları

| Korelasyon katsayısı | Önce  | Sonra |
|----------------------|-------|-------|
| r                    | 0,109 | 0,005 |

*r<.00 ise ters bir ilişki, .00<r<.10 ise korelasyon çok küçük, .10<r<.29 ise korelasyon küçük, .30<r<.49 ise korelasyon orta, .50<r<1.0 ise korelasyon büyük*

Tablo 4.45. incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde eleştirel düşünme tutumları ile klasik fiziğin yetersizlikleri kavramsal anlama düzeyleri arasında pozitif yönde anlamlı olmayan küçük bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $0,100 < r < 0,290$ ). Uygulama sonrasında ise eleştirel düşünme tutumları ile klasik fiziğin yetersizlikleri kavramsal anlama düzeyleri arasında pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan çok küçük bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $0,00 < r < 0,10$ ).

Kontrol grubu öğrencilerinin KFYKAT ve EDTÖ ön uygulama ve son uygulama puanları arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapılan pearson korelasyon analizi sonuçları tablo 4.46’da verilmiştir

**Tablo 4.46.**

**Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesinde ve Uygulama Sonrasında  
Eleştirel Düşünme Tutumları ile Kavramsal Anlama Düzeyleri Arasındaki  
İlişkiyi Gösteren Pearson Korelasyon Analizi Sonuçları**

| Korelasyon katsayısı | Önce  | Sonra          |
|----------------------|-------|----------------|
| r                    | 0,110 | <b>-0,420*</b> |

*r<.00 ise ters bir ilişki, .00<r<.10 ise korelasyon çok küçük, .10<r<.29 ise korelasyon küçük, .30<r<.49 ise korelasyon orta, .50<r<1.0 ise korelasyon büyük; \*:anlamli ilişki*

Tablo 4.46. incelendiğinde kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama öncesinde eleştirel düşünme tutumları ile klasik fiziğin yetersizlikleri kavramsal anlama düzeyleri arasında pozitif yönde anlamsız ve küçük bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $0,10 < r < 0,29$ ). Kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında ise eleştirel düşünme tutumları ile klasik fiziğin yetersizlikleri kavramsal anlama düzeyleri arasında negatif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı olan orta düzeyde bir korelasyon olduğu görülmektedir ( $-0,30 < r < -0,49$ ).

## BÖLÜM V

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, ilk olarak önceki bölümde sunulan araştırma bulguları, bulgulardan yola çıkarak ulaşılan sonuçlar, ulaşılan sonuçlarla ilgili tartışmalar ve son olarak da elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirilen öneriler yer almaktadır.

#### 5.1. Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmada, kuantum fiziği klasik fiziğin yetersizlikleri konusunun probleme dayalı öğretiminin öğrencilerin bu konulardaki kavramsal anlama düzeylerine ve genel eleştirel düşünme tutumları üzerine etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Araştırmada bu amaç doğrultusunda ilgili derslerde deney grubunda probleme dayalı öğretim yöntemi kullanılmış, kontrol grubunda ise geleneksel ders anlatım yöntemi kullanılmıştır.

Aşağıda araştırmanın sonuçları sunulmuştur.

### 5.1.1. Kavramsal Anlama Düzeyi Üzerindeki Sonuç

**Kuantum fiziği dersi klasik fiziğin yetersizlikleri ünitesinde uygulanan probleme dayalı öğretim yöntemi öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri üzerinde geleneksel öğretime kıyasla daha olumlu bir etkiye sahiptir.**

Araştırmada deney ve kontrol gruplarına, KFYKAT ön test amaçlı uygulanmış ve uygulamanın analizi yapıldığında deney grubu ortalamasının ve kontrol grubunun ortalamalarının birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu nedenle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde kavramsal anlama düzeylerinin birbirine yakın olduğunu söyleyebiliriz. Uygulama yapıldıktan sonra öğrencilere KFYKAT son test olarak yeniden uygulanmıştır. Son test sonuçlarına göre her iki öğretim yöntemi de öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Fakat her iki grubun son test sonuçları karşılaştırıldığında kavramsal anlama düzeyleri açısından iki grup arasında anlamlı bir fark olduğu ve probleme dayalı öğretim yönteminin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinin geleneksel öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin kavramsal anlama düzeylerine kıyasla daha iyi seviyede olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin öğrenmeleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla çalışılmış çeşitli araştırmacının bulgularını da desteklemektedir

Eren ve Akınoğlu (2012), çalışmalarında Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıf öğrencilerine uygulanan probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin kavram öğrenmesine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda probleme dayalı öğretim yöntemi ile ders işlenen deney grubu puanlarının diğer gruba kıyasla anlamlı derecede daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır. İnel ve Balım. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Fen ve teknoloji öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları ve yapılandırma kavramları düzeylerine etkisi araştırılmış, deney grubunda PDÖ yöntemi ile ders işlenirken kontrol grubunda geleneksel yöntem ile dersler işlenmiş ve araştırma sonucunda elde edilen bulgulardan deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha iyi düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Syafii ve Yasin

(2013) tarafından biyoloji konusunda problem çözme temelli öğretimin lise öğrencilerinin problem çözme becerisi ve başarısına etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışma sonucunda, derslerin problem çözme tabanlı yürütüldüğü deney grubunun problem çözme becerisi yüzdesinin % 95.47 (çok iyi) olduğunu, geleneksel öğretimle derslerin yürütüldüğü kontrol grubunun ise % 25.12 (düşük) olduğunu gözlemlemişlerdir. Deney grubundaki öğrencilerin başarısının ortalaması % 84.26 (iyi) iken, kontrol grubunun % 79.08 (orta) olduğu ve problem çözme temelli eğitiminin öğrencilerin başarısını geleneksel eğitim yöntemine göre daha olumlu etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. İnel (2012) çalışmasında kavram karikatürleriyle zenginleştirilmiş probleme dayalı öğrenme ortamının Fen ve Teknoloji dersinde öğrencilerin problem çözmeleri, fen öğrenmeye isteklilikleri ve kavramsal anlama düzeyleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve probleme dayalı öğretim yapılan deney grubundaki öğrencilerin geleneksel öğretim yapılan kontrol grubundaki öğrencilere göre tüm bağımsız değişkenler açısından daha iyi bir düzeyde olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmada kullanılan KFYKAT çoktan seçmeli yanıt aşaması, klasik açıklama aşaması ve verilen cevaptan emin olma düzeyi aşaması olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır. Her üç aşama için de uygulama öncesinde iki grup arasında bir farklılık olmadığı sonucuna yapılan ön testlerin analizi sonucu ulaşılmıştır. İlk bölümde açıklanan bulgular bu üç aşamanın toplamından alınan puanlara göre yapılan analizler sonucu ortaya çıkan sonuçlarla ilgili bulgulardır. Bu bulguların yanında çalışmada her aşama için de PDÖ ve geleneksel öğretim kıyaslanmıştır ve PDÖ yönteminin her üç aşamada da geleneksel öğretime göre daha üstün olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ek olarak gruplardan alınan ön ve son verilerin analizi sonucunda hem PDÖ yönteminin hem de geleneksel öğretimin her üç aşama üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür.

Ön testler sonucu elde edilen bulgulardan aşama puanları arasındaki korelasyonların hem deney grubunda hem de kontrol grubunda anlamsız olduğu görülürken uygulama sonunda son test bulgularının analizi sonucunda geleneksel öğretimin yapıldığı sınıfta aşama puanları arasındaki tüm korelasyonların (i-ii, i-iii, ii-iii), PDÖ yapılan sınıfta da çoktan seçmeli yanıt aşaması ile emin olma düzeyi

aşaması arasındaki korelasyon dışındaki korelasyonların pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Deney grubunun çoktan seçmeli yanıt aşamasından aldığı puanlar ve emin olma düzeyleri arasında pozitif ancak anlamsız bir ilişki bulunmuştur. Deney grubu öğrencilerinin uygulama sonunda ilk aşama puanlarının kontrol grubu öğrencilerinin ilk aşama puanlarından anlamlı derecede daha iyi olduğu sonucu hatırlanırsa deney grubu öğrencilerinin doğru cevap işaretlemesine rağmen kendilerinden yeteri kadar emin olamadığını ancak kontrol grubu öğrencilerinin yanlış cevap işaretlemesine rağmen kendilerinden emin oldukları söylenebilir.

Kuantum fiziği konularının PDÖ yöntemi ile öğretimi üzerine yurt dışında ve yurt içinde herhangi bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Öğrenilmesinin önündeki en büyük engellerden birinin günlük hayatla ilişkisinin kolayca kurulamaması olan bu dersin öğretiminde temelinde konuları günlük hayatla ilişkilendirerek öğrencilerin kendilerinin bilgiye ulaşması olan probleme dayalı öğretim yönteminin biçilmiş kaftan olduğu söylenebilir. Araştırma bulgularından da görüldüğü gibi probleme dayalı öğretim yöntemi kullanılan derslerde öğrenciler daha yüksek bir kavramsal anlama geliştirebilmektedir. İçeriğindeki tüm konular için mümkün olmasa bile kuantum fiziği öğretiminde olabilecek maksimum düzeyde PDÖ yönteminin kullanılması daha yüksek kazanımlara yol açabileceği söylenebilir.

### 5.1.2. Eleştirel Düşünme Tutumu Üzerindeki Sonuç

**Kuantum fiziği dersi klasik fiziğin yetersizlikleri ünitesinde uygulanan probleme dayalı öğretim yöntemi öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları üzerinde geleneksel öğretime kıyasla daha olumlu bir etkiye sahip değildir.**

Araştırmada deney ve kontrol gruplarına, EDTÖ ön test amaçlı uygulanmış ve uygulamanın analizi yapıldığında deney grubu ortalamasının ve kontrol grubunun ortalamalarının birbirine yakın olduğu ve grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu nedenle deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesinde eleştirel düşünme tutumlarının birbirine yakın

olduğunu söyleyebiliriz. Uygulama yapıldıktan sonra öğrencilere EDTÖ son test olarak yeniden uygulanmıştır. Son test sonuçlarına göre probleme dayalı öğretim yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi arasında öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları üzerindeki etkileri kapsamında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Ek olarak her iki grubun eleştirel düşünme tutumlarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası aynı seviyede olduğu ve hem probleme dayalı öğretim yönteminin hem de geleneksel öğretim yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç daha önceden eleştirel düşünme üzerine yapılmış pek çok çalışma bulgularını desteklemektedir.

Tiwari ve diğerleri (2006), yaptıkları çalışmada probleme dayalı öğretim ile geleneksel öğretimin hemşirelik öğrencilerinin eleştirel düşünme tutumları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bir yıl boyunca probleme dayalı öğrenme ile derslerin uygulandığı sınıftan uygulama öncesinde ve sonrasında California Eleştirel Düşünme Testi ile aldıkları bulguları kıyasladıklarında öğrencilerin uygulama öncesinde ve sonrasında eleştirel düşünme tutumları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Şendağ ve Odabaşı (2009), çalışmalarında çevrimiçi öğrenme ortamında kullanılan çevrimiçi problem tabanlı öğrenme yaklaşımının, lisans öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini nasıl etkilediğini araştırmışlar ve uygulama sonunda elde ettikleri bulgulardan geleneksel yöntemle kıyaslandığı zaman problem tabanlı öğrenme yönteminin eleştirel düşünme üzerinde anlamlı bir farklılık yaratacak etkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Yuan ve diğerleri (2008), çalışmalarında probleme dayalı öğretim yönteminin hemşirelik öğrencilerinin eleştirel düşüncelerine etkisi üzerine 1990 ve 2006 yılları arasında yapılan çalışmaları incelemişler ve probleme dayalı öğrenme yönteminin hemşire adaylarının eleştirel düşünceleri üzerine olumlu bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmalara ek olarak nadir de olsa PDÖ yönteminin öğrencilerinin eleştirel düşüncelerini olumlu yönde etkilediğine dair sonuçlara ulaşan çalışmalar da alanyazında yer almaktadır.

Masak ve Yamin (2011), yaptıkları çalışmalarında 2000-2011 yılları arasında çeşitli disiplinlerde yapılan çalışmaları inceleyerek Probleme Dayalı Öğrenme yönteminin Eleştirel Düşünme Becerileri üzerindeki etkileri hakkındaki deneysel



kanıtları araştırmışlardır. Sonuç olarak PDÖ yöntemindeki çok özel süreçlerin, uygulanan tasarıma göre öğrencilerin eleştirel düşünme gelişimini teorik olarak desteklediği ve yaş, cinsiyet, akademik başarı ve eğitim geçmişi gibi bazı değişkenlerin de PDÖ ile Eleştirel Düşünme arasındaki ilişkiyi etkilediğini görmüşlerdir. Vitaloka ve Sani (2016), çalışmalarında probleme dayalı öğrenme ile işlenen akışkanlar mekaniği dersinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaç için çalışma grubu deney grubu ve kontrol grubu olacak şekilde iki gruba ayrılmıştır. Deney grubunda PDÖ yöntemi ile kontrol grubunda ise geleneksel yöntem ile dersler işlenmiştir. Çalışma sonu elde edilen bulgulardan probleme dayalı öğrenme yöntemi ile eğitim alan deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin kontrol grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Haridza ve Irving (2017), Temel Alanlar İçin PDÖ Yöntemi ile öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sürecinde öğrencilere ilk aşamada video izleterek daha sonra senaryo vererek problemi sundular ve öğrencilerden çözüm için buldukları cevabı bir model geliştirip bu model üzerinde test etmelerini istediler. Bunu takip eden aşamada öğrenciler başka bir problemi geliştirdikleri model üzerinde sınıf önünde sınıfla tartışarak çözdüler. Bu çalışmalar sonucunda öğrencilerin problemi belirleme, bilgi ile düşünce arasındaki farkı fark etme ve doğru çözümü bulmada geliştiklerini belirlemişlerdir. Sonuç olarak Temel Alanlar İçin PDÖ Yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bu araştırmada uygulanan probleme dayalı öğretim yöntemi ile geleneksel öğretim yöntem arasında eleştirel düşünme tutumu yönünden bir fark çıkmamasının nedenleri arasında; yöntemin sınırlı bir sürede uygulanmış olması, çalışma grubundaki öğrenci sayısı dolayısı ile öğrencilerin daha kapsamlı düşünebilecekleri daha az kişili gruplara ayrılamaması, konu içeriği nedeniyle öğrencilerin yeterli düzeyde beyin fırtınası yapamaması, araştırmacının yöntemin uygulanışı konusunda çok deneyim sahibi olmaması gösterilebilir. Araştırma bulgularında PDÖ yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamasına rağmen sıralanan nedenlerin önleminin alındığı bir öğretim ortamında PDÖ

yönteminin öğrencilerin eleştirel düşünme tutumları üzerinde bir etkisi gözlemlenebilir.

### 5.1.3. Kavramsal Anlama ve Eleştirel Tutum Arasındaki İlişki

**Klasik Fiziğin Yetersizlikleri konularını probleme dayalı öğrenme yöntemi ile öğrenen deney grubu öğrencilerinin kavramsal anlamaları ve eleştirel düşünme tutumları arasında pozitif ancak anlamsız bir ilişki gözlenmiştir.**

Deney grubunda ulaşılan sonuç ve daha önceki bölümlerde uygulama sonrasında öğrencilerin kavramsal anlamalarının olumlu yönde gelişmesi ve eleştirel düşünme tutumlarında bir farklılık olmaması sonucu paralel sonuçlardır. Uygulama yapılan süre eleştirel düşünme tutumunda bir değişikliğe sebep olmasına yetecek kadar uzun olmadığından öğrenciler üzerinde istatistiksel olarak bir etkiye sahip değildir. Kavramsal anlama gelişirken eleştirel düşünmenin değişmemesi uygulama sonunda aralarında anlamlı bir ilişki gözlemlenmemesinin nedeni olabilir.

**Klasik Fiziğin Yetersizlikleri konularını geleneksel öğrenme yöntemi ile öğrenen kontrol grubu öğrencilerinde ise kavramsal anlama ve eleştirel düşünme tutumları arasında negatif ve anlamlı bir ilişki gözlenmiştir.**

Kontrol grubunda ulaşılan sonuç ise şaşırtıcı bir sonuç olmakla birlikte öğrencilerin eleştirel düşünme tutumlarının artmasının kavramsal anlama düzeylerini azaltacağını belirtmektedir. Gerek ilgili kavramların tanımları gerekse daha önceden yapılan çalışmalar (Ip ve diğer., 2000; Seferoğlu ve Akbıyık, 2006) göz önüne bulundurulduğunda bu sonucun pek sağlıklı bir sonuç olmadığı görülmektedir.

## 5.2. Öneriler

Hem yapılan literatür taraması hem de bu araştırma ve uygulamalar boyunca yaşanan deneyimler sonucu araştırmacılara aşağıdaki öneriler verebilir:

1. Alanyazın incelendiğinde gerek yurt içinde gerek yurt dışında çağdaş öğretim yöntemlerinden olan probleme dayalı öğretim yönteminin hem yakın hem uzak tarihlerde fizik dersleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Ancak bu çalışmalarda seçilen konulardan hemen hemen tamamının günlük hayat ile çok kolay bir şekilde bağlantısı kurulabilen, senaryo veya bir problem durumuna gerek duymadan daha az vakit alan sınıf içi uygulamalarla öğrencilere aynı verimlilikte anlatılabilecek konular olduğu görülmektedir. Probleme dayalı öğretim yönteminin bu konular kadar öğrencilerin günlük hayat ile bağlantı kurmakta zorlandıkları konulara yönelmesi ve bu konulara etkilerinin araştırılması faydalı olabilir.
2. Aynı araştırma daha uzun süreli uygulanarak probleme dayalı öğretim yönteminin kuantum fiziği konuları üzerine etkililiği ve sınırlılıkları uzun sürede tespit edilmelidir.
3. Yöntemin öğrencilerin hatırlama, öz yeterlilik gibi değişkenlere etkisinin incelendiği çalışmalar da yapılmalıdır.
4. Eleştirel düşünme tutumu öğrencilerin karakterlerinin bir parçası olduğundan bu özellik üzerinde yapılacak bir çalışma kısa süreli değil, uzun sürece yayılmış sistematik ve planlı bir çalışma olmalıdır.
5. PDÖ yönteminin uygulaması sırasında problem öğrencilere birden fazla yolla sunulabilecek türdeyse mutlaka bu şekilde sunulmalıdır.
6. Aynı çalışma daha geniş bir araştırma grubu üzerine evren tanımlanarak yapılmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Abdurrahman, A. Saregar, A. and Umam, R. (2018). The Effect of Feedback as Soft Scaffolding on Ongoing Assessment Toward The Quantum Physics Concept Mastery of The Prospective Physics Teachers. **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**. 7(1), 34-40.
- Açıkgöz, K. Ü. (2007). **Aktif Öğrenme**. İzmir: Kanyılmaz Matbaası.
- Açıkgöz, K. Ü. (2009). **Etkili Öğrenme ve Öğretme (8. Baskı)**. İzmir: Kanyılmaz Matbaası.
- Akar Vural, R. ve Kutlu O. (2004). Eleştirel Düşünme: Ölçme Araçlarının Güncellenmesi ve Bir Güvenirlilik Çalışması. **Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. 13(2), 189-200.
- Akarsu, B. (2007). Students' Misconceptual Understanding of Quantum Physics in College Level Classroom Environments. Unpublished Doctoral Dissertation. Indiana Universty, Faculty of the Graduate School.
- Akarsu, B. Çoşkun, H. ve Kariper, A. İ. (2011). An Investigation on College Students' Conceptual Understanding of Quantum Physics Topics. **Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. 8 (15), 349–362.
- Aksakallı, A. Salar, R. ve Turgut, Ü. (2016). Modern Fizik Dersi Alan Lisans Öğrencilerinin Bu Ders ile İlgili Açığa Çıkan Kişisel Epistemolojik İnançları ve Bunların Nedenlerinin İncelenmesi. **Fizik Eğitimi ve Felsefesi / Education and Philosophy of Physics**. 1(1), 1-17.

- Alper, A. (2011). **Probleme dayalı öğrenme (1. Baskı)**. Ankara: Pelikan Yayıncılık
- Appleton, K. (1997). Analysis and Description of Students' Learning During Science Classes Using a Constructivistbased Model. **Journal of Research in Science Teaching**. 34(3), 303-318.
- Ayaz, F. M. ve Ayaz, N. (2015). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımı ile İlgili Türkiye'de Yapılmış Tezlerin İncelenmesi. **The Journal of Academic Social Science Studies**. 38, 407-427.
- Aybek, B. (2007). Konu ve Beceri Temelli Eleştirel Düşünme Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimi Ve Düzeyine Etkisi. **Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi**. 16(2), 43-60.
- Ayene, M. Kriek, J. and Damtie, B. (2011). Wave-particle Duality and Uncertainty Principle: Phenomenographic Categories of Description of Tertiary Physics Students' Depictions. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**. 7(2), 1-13.
- Ayvacı, H. Ş. ve Bebek, G. (2018). Fizik Öğretimi Sürecinde Yaşanan Sorunların Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma. **Kastamonu Eğitim Dergisi**. 26(1), 125- 134.
- Azis, A. Rusli, M. A. and Yusuf, A. M. (2016). Critical Thinking Skill of Student Through Top Down Approach in Physics Learning. **Proceedings of ICMSTE A 2016: International Conference on Mathematics, Science, Technology, Education, and Their Applications**. 1(1), 451-455.
- Bacanak, A. Küçük, M. ve Çepni, S. (2004). İlköğretim Öğrencilerinin Fotosentez ve Solunum Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi: Trabzon Örnekleme. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 17(1), 75-88.

- Balım, A. G. Deniz Çeliker, H. Kaçar, S. Evrekli, E. Türkoğuz, S. İnel, D. Özcan, E. ve Ormancı, Ü. (2012). Fen ve Teknoloji Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi İçerisinde Kavram Karikatürleri: Bir Etkinlik Örneği "Isınan Taneciklerin Dansı". **Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)**. 3(5), 68-87.
- Barrows, H. (2002). Is it Truly Possible to Have Such a Thing as PBL? **Distance Education**. 23 (1), 119-122.
- Barrows, H. S. and Tamblyn, R. M. (1980). **Problem-Based Learning: an Approach to Medical Education**. Springer Publishing Company.
- Batı, K. (2014), Modellemeye Dayalı Fen Eğitiminin Etkililiği; Bu Eğitimin Öğrencilerin Bilimin Doğası Görüşleri ile Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Baybars, M. G. ve Küçüközer, H. (2014). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kuantum Fizikine İlişkin Kavramsal Anlamaları. **Muğla Eğitim Fakültesi Dergisi**. 1(1).
- Beichner, R. J. (1994). Testing Student Interpretation of Kinematics Graphs. **American Journal of Physics**. 62(8), 750-762.
- Beşer, A. Mete, S. ve Sarı, H. (2004). Probleme Dayalı Öğrenmede Eğitim Yönlendiricisi Nasıl Olmalı?. **C.Ü Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi**. 8(2), 32-38.
- Beyer, B. (1987). **Practical Strategies for the Teaching of Thinking**. Boston: Allyn and Bacon, Longwood Division, 7 Wells Avenue, Newton, MA 02159.
- Beyer, B. K. (1988). Developing a Scope and Sequence for Thinking Skills Instruction. **Educational Leadership**. 7, 26-30.

- Boran, A. İ. ve Aslaner, R. (2008). Problem-Based Learning in Teaching Mathematics at The Science-Art Centers. **İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 9(15), 15-32.
- Bowen, C. W. and Bunce, D. M. (1997). Testing for Conceptual Understanding in General Chemistry. **The Chemical Educator**. 2(2), 1-17.
- Bulut, İ. (2008). Yeni İlköğretim Programlarında Öngörülen Öğrenci Merkezli Uygulamalara İlişkin Öğretmen Görüşleri (Diyarbakır İli Örneği). **Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi**. 14(4), 521-546.
- Butler, K. A. and Lumpe, A. (2008). Student use of Scaffolding Software: Relationships with Motivation and Conceptual Understanding. **Journal of Science Education and Technology**. 17(5), 427-436.
- Caleon, I. and Subramaniam, R. (2010). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. **International Journal of Science Education**. 32(7), 939-961.
- Çakmak, N. (2015). Örnek Olay ve Altı Şapkalı Düşünme Etkinliklerinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Çalık, M. Ayas, A. and Coll, R. K. (2007). Enhancing Pre-Service Elementary Teachers' Conceptual Understanding of Solution Chemistry with Conceptual Change Text. **International Journal of Science and Mathematics Education**. 5(1), 1-28.
- Çalışkan, S. ve Erol, M. (2002). Kuantum Fiziği Dersi Harmonik Osilatör Konusu Öğretim Programı Geliştirme Üzerine Bir Çalışma. **V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi**.
- Çınar, D. (2007). İlköğretim Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Üst Düzey Düşünme Becerilerine ve Akademik Risk Alma Düzeyine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Çuhadaroğlu, F. Karaduman, A. Önderoğlu, S. Karademir, N. ve Şekerel, B. (2003). Probleme Dayalı Öğrenme Oturumları Uygulama Rehberi. **Hacettepe Üniversitesi Tıp Eğitimi ve Bilişimi Anabilim Dalı, Ankara.**
- Dağyar, M. ve Demirel, M. (2015). Probleme Dayalı Öğrenmenin Akademik Başarıya Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması. **Eğitim ve Bilim.** 40(181), 139-174.
- Dahlgren, M.A. Castensson, R. and Dahlgren, L.O. (1998). PBL from the Teachers' Perspective, Conceptions of the Tutor's Role Within Problem Based Learning. **Higher Education.** 36, 437-447.
- Dahlgren, M. A. and Oberg, G. (2001). Questioning to Learn and Learning to Question: Structure and Function of Problem-Based Learning Scenarios in Environmental Science Education. **Higher Education.** 41(3), 263-282.
- Dakdevir, S. (2011). Sınıf Öğretmenlerinin Sınıf Yönetimine İlişkin Görüşlerinin Yapılandırmacı Kuram Perspektifi Açısından Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Demirel, Ö. (2005). **Öğretimde Yeni Yaklaşımlar (5. Baskı). Öğretimde Planlama ve Değerlendirme.** Anadolu Üniversitesi, Web- Ofset Tesisleri, Eskişehir.
- Deveci, H. (2002). Sosyal Bilgiler Dersinde PDÖ'nin Öğrencilerin Derse İlişkin Tutumlarına, Akademik Başarılarına ve Hatırlama Düzeylerine Etkisi. Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dewey, J. (1961). **Democracy and Education: An Introduction to the Philosophy of Education.** London: The Macmillan Company.
- Dicle, O. (2002). **Probleme Dayalı Öğrenim.** İzmir: Dokuz Eylül Yayınları



- Didiş, N. (2012). Lisans Öğrencilerinin Gözlenebilir Fiziksel Büyüklüklerin Kuantize Olması Hakkındaki Zihinsel Modellerinin İncelenmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Orta Doğu ve Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Didiş, N. Özcan, Ö. ve Abak, M. (2008). Öğrencilerin Bakış Açısıyla Kuantum Fiziği: Nitel Çalışma. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 34, 86–94.
- Divarcı, Ö. F. (2016). Multimedya Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının 8. Sınıf Öğrencilerinde Akademik Başarıya, Tutuma ve Kalıcılığa Etkisi: Basınç Konusu. Yüksek Lisans Tezi. Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.
- Doğanay, A. Akbulut Taş, M. ve Erden Ş. (2007). Üniversite Öğrencilerinin Bir Güncel Tartışmalı Konu Bağlamında Eleştirel Düşünme Becerilerinin Değerlendirilmesi. **Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi**. (52): 511-546.
- Eisberg E. and Resnick R. (1974). **Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles**. Wiley and Sons, New York.
- Eldeklioğlu, J. ve Özkılıç, R. (2016). Eleştirel Düşünme Eğitiminin Pdr Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi. **Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi**. 29(3), 25-36.
- Eren Canan, D. (2011). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Eleştirel Düşünme Eğilimine, Kavram Öğrenmeye ve Bilimsel Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eren, C. D. ve Akınoğlu, O. (2012). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Kavram Öğrenmeye Etkisi. **Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi**. 1(3), 19-32.
- Ergün, M. (2009). **Eğitim Felsefesi [Education Philosophy]**. Ankara: Pegem Akademi.

- Ertürk, S. (1988). Türkiye'de Eğitim Felsefesi Sorunu. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 3(3), 11-16.
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction (The Delphi Report).
- Fazriyah, N. Supriyati, Y. and Rahayu, W. (2017). The Effect of Integrated Learning Model and Critical Thinking Skill of Science Learning Outcomes. **Journal of Physics: Conference Series** 812, 012014.
- Grant, G. E. (1988). **Teaching Critical Thinking**. Praeger Publishers. New York.
- Günbatar Mustafa, S. (2009). Web Tabanlı Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrencilerin Yaratıcı Düşünme Becerilerine Ve Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Günhan, B.ve Başer, N. (2009). Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisi. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**. 7(2), 451-482.
- Gürten, E. (2011). Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrenme Ürünlerine, Problem Çözme Becerisine, Öz-Yeterlik Algı Düzeyine Etkisi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 40, 221-232.
- Hançer, A. H. Şensoy, Ö. ve Yildirim, H. İ. (2003). İlköğretimde Çağdaş Fen Bilgisi Öğretiminin Önemi ve Nasıl Olması Gerektiği Üzerine Bir Değerlendirme. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 13(13), 80-88.
- Hand, B. and Treagust, D. F. (1991). Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructivist Framework. **School Science and Mathematics**. 91(4), 172-176.
- Haridza, R. and Irving, K. E. (2017). Developing Critical Thinking of Middle School Students using Problem Based Learning 4 Core Areas (PBL4C). **Journal of Physics: Conference Series** 812. 012081.

- Hassan Zadeh Baran, G. (2014), Bilgisayar Destekli Animasyonla Öğretim Yönteminin Fen Bilgisi Öğretmenliği Fizik 4 (MODERN Fizik) Dersi İle Ortaöğretim 11.Sınıf Modern Fizik Dersindeki Akademik Başarıya Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hmelo-Silver Cindy, E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. **Educational Psychology Review**. 16 (3), 235-266.
- Inel, D. and Balim, A. G. (2010). The Effects of Using Problem-Based Learning in Science and Technology Teaching upon Students' Academic Achievement and Levels of Structuring Concepts. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. 11(2), 1-23.
- İnel, D. (2012). Kavram Karikatürleri Destekli Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Problem Çözme Becerileri Algılarına, Fen Öğrenmeye Yönelik Motivasyonlarına ve Kavramsal Anlama Düzeylerine Etkileri. Doktora Tezi. DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- İpşiroğlu, Z. (2002). **Düşünme Korkusu**. İstanbul: Papirüs Yayınevi.
- Ip, W. Y. Lee, D. T. Lee, I. F. Chau, J. P. Wootton, Y. S. and Chang, A. M. (2000). Disposition Towards Critical Thinking: a Study of Chinese Undergraduate Nursing Students. **Journal of Advanced Nursing**. 32(1), 84-90.
- İşler, H. (2016). 1946 ve 2014 Yılları Arasındaki Türk Milli Eğitim Şuralarının Eğitim Felsefesi Açısından İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Yeditepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kanlı, U. (2009). Yapılandırmacı Kuramın Işığında Öğrenme Halkası'nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik. **Eğitim ve Bilim**. 34(151), 44-64.

- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen Eğitiminde PDÖ Yaklaşımı. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi**. 20(20), 185-192.
- Karadağ, M. Alparslan, Ö. ve İşeri, Ö. P. (2018). Ebelik ve Hemşirelik Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Eğilimleri ve Öğrenme Stilleri. **Cukurova Medical Journal**. 43(1), 13-21.
- Kartal Taşoğlu, A. (2009). Fizik Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine ve Problem Çözme Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kartal Taşoğlu, A. and Bakaç, M. (2014). The Effect of Problem Based Learning Approach on Conceptual Understanding in Teaching of Magnetism Topics. **Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education**. 6(2). 110-122.
- Kartal Taşoğlu, A. (2015). Manyetizma Konularının Öğreniminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Etkilerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kartal, T. (2012). İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimlerinin İncelenmesi. **Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi**. 13(2).
- Kılıç, İ. ve Moralar, A. (2015). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımını Akademik Başarı ve Motivasyona Etkisi. **Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi**. 5(5), 625-636.
- Kızılcık, H. Ş. ve Yavaş, P. Ü. (2017). Pre-service Physics Teachers' Opinions about the Difficulties in Understanding Introductory Quantum Physics Topics. **Journal of Education and Training Studies**. 5(1), 101-109.
- Kocabaş, A. (2014). Türk Eğitim Sisteminin Felsefi Temelleri, Dewey Mustafa Necati ve İsmail Hakkı Tonguç. **Toplum Ve Demokrasi Dergisi**. 2(3), 203-212.

- Koçoğlu, A. (2017). Fen Bilimleri Ve Matematik Öğretmenlerinin Özerklik Desteğinin Ortaokul Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Eğilimi Ve Problem Çözme Becerileri Algısına Katkısının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Korkmaz, H. (2002). Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenmenin Yansıtıcı Düşünme, Problem Çözme ve Akademik Risk Alma Düzeylerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kuzu, Y. (2015). Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerileri ile Eleştirel Düşünme Eğilimleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi (AHI Evran Üniversitesi Örneği). Yüksek Lisans Tezi. Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.
- Kökdemir, D. (2003). Belirsizlik Durumlarında Karar Verme ve Problem Çözme. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Köse, S. Ayas, A. ve Taş, E. (2003). Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 14(2), 106-112.
- Lewerissa, K. K. Brinkman, A. and Van Joolingen, W. R. (2017). Insights Into Teaching Quantum Mechanics in Secondary and Lower Undergraduate Education. **Physical Review Physics Education Research**. 13(1), 010109(21).
- Marioni, C. (1989). Aspect of Student's Understanding in Classroom Setting: Case Studies on Motion and Intertia. **Physics Education**. 24, 273– 277.
- Masak, A. and Yamin, S. (2011). The Effect of Problem Based Learning on Critical Thinking Ability: A Theoretical and Empirical Review. **International Review of Social Sciences and Humanities**. 2(1), 215-221.
- McDermott, C. L. (2001). Physics Education Research-The Key to Students Learning. **Physics World**. 17(1), 40.

- McDermott, L. C. and Redish, E. F. (1999). RL-PER1: **Resource Letter on Physics Education Research**.
- McNeil, J. D. and Wiles, J. (1990). **The Essentials of Teaching: Decisions, Plans, Methods**. New York: Macmillan.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). **Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı**. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Moore, K. D. (2001). **Classroom Teaching Skills. 5th Edt.** Boston: Mcgraw-Hill.
- Morgil, F. İ. Erdem, E. ve Yılmaz, A. (2003). Kimya Eğitiminde Kavram Yanılgıları. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 25(25).
- Moutinho, S. Torres, J. Fernandes, I. and Vasconcelos, C. (2015). Problem-Based Learning and Nature of Science: a Study With Science Teachers. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**. 191, 1871-1875.
- Mutlu, M. (2008). Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Öğrenme Stilleri. **Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi**. (17), 1-21.
- Ngeow, K. and Kong, Y. S. (2001). Learning to Learn: Preparing Teachers and Students for Problem-based Learning. **Career World**. 29(4), 18-19.
- Olça, M. (2015), Probleme Dayalı Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin Analitik Düşünme Becerileri, Kavramsal Anlamaları ve Fene Yönelik Tutumları Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ongun, E. (2006). Üniversite Öğrencilerin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ile Motivasyon ve Bilişsel Stilleri Arasındaki İlişki. Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Özcan, Ö. Didiş, N. ve Taşar, F. M. (2009). Students' Conceptual Difficulties in Quantum Mechanics: Potential Well Problems. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 36, 169-180.

- Özcan, Ö. (2015). Investigating Students' Mental Models About the Nature of Light in Different Contexts. **European Journal of Physics**. 36(6), 065042.
- Özdemir, E. ve Erol, M. (2011). Kuantum Fiziğinde Belirsizlik İlkesi. **Buca Eğitim Fakültesi Dergisi**. 29, 20-35.
- Özdemir, S. (2005), Web Ortamında Bireysel Ve İşbirlikli Problem Temelli Öğrenmenin Eleştirel Düşünme Becerisi, Akademik Başarı Ve İnternet Kullanımına Yönelik Tutuma Etkileri. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özdemir, S. (2005). Üniversite Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Becerilerinin Çeşitli Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi. **Türk Eğitim Bilimleri Dergisi**. 3(3), 297-316.
- Özden, Y. (2000). **Öğrenme ve Öğretme**. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Özdil, G. (2011). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının İlköğretim 7. Sınıflarda Çevre ve Alan Kavramı Öğretiminde Öğrenci Başarısına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Özelçi, S. Y. and Seda Saracoğlu, A. (2017). The Development of Critical Thinking Attitudes Scale. **European Journal of Education Studies**. 3(6), 691-702.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**. 3(1), 100-111.
- Pallant, J. (2013). **SPSS Survival Manual**. McGraw-Hill Education, UK.
- Podolak, K. and Plattsburgh, S. (2013). Interactive Modern Physics Worksheets Methodology and Assessment. **European Journal of Physics Education**. 4(2), 39-43.

- Ranjan, A. (2017). Effect of Virtual Laboratory on Development of Concepts and Skills in Physics. **International Journal of Technical Research & Science**. 2(1), 15-21.
- Riche, R. D. (2000). Strategies for Assisting Students Overcome Their Misconceptions in High School Physics. **Memorial University of Newfoundland Education**. 6390.
- Savery, J. R. and Duffy, T. M. (1995). Problem Based Learning: an Instructional Model and its Constructivist Framework. **Educational technology**. 35(5), 31-38.
- Seferoğlu, S. S. ve Akbıyık, C. (2006). Eleştirel Düşünme ve Öğretimi. **H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi**. 30(30), 193-200.
- Selçuk, G. S. (2010). The Effects of Problem-Based Learning on Pre-Service Teachers' Achievement, Approaches and Attitudes Towards Learning Physics. **International Journal of the Physical Sciences**. 5(6), 711-723.
- Selçuk, G. S. Çalışkan, S. and Şahin M. (2013). A Comparison of Achievement in Problem-Based, Strategic and Traditional Learning Classes in Physics. **International Journal on New Trends in Education and Their Implications**. 4(1), 1309-6249.
- Serway, R. A. and Beichner, R. J. (2011). **Fen ve Mühendislik İçin Fizik-3, Beşinci Baskıdan Çeviri**, Çev. ed.: Kemal Çolakoğlu. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Sinan, O. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Proteinler ve Protein Sentezi İle İlgili Kavramsal Anlamaları. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Sonmez, D. and Lee, H. (2003). Problem-Based Learning in Science. **Columbus, OH: Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education**:(ERIC Reproduction Service No. ED482714).



- Stepans, J. (1996). **Targeting Students' Science Misconceptions: Physical Science Concepts Using the Conceptual Change Model**. Idea Factory.
- Sumarna, N. and Herman, T. (2017). The Increase of Critical Thinking Skills through Mathematical Investigation Approach. **Journal of Physics: Conference Series**. 812(1), 012067.
- Syafii, W. and Yasin, R. M. (2013). Problem Solving Skills and Learning Achievements Through Problem-Based Module in Teaching and Learning Biology in High School. **Asian Social Science**. 9(12), 220.
- Şahinel, S. (2010). **Eleştirel Düşünme**, (Editör: Özcan Demirel), Eğitimde yeni yönelimler içinde ss: 123-136, 4. Baskı. Pegem Akademi, Ankara.
- Şen, A. İ. (2002). Fizik Öğretmen Adaylarının Kuantum Fiziğinin Temeli Sayılan Kavram ve Olayları Değerlendirme Biçimleri. **Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**. 4 (1). 76-85.
- Şendağ, S. and Odabaşı, H. F. (2009). Acquisition and Effects of an Online Problem Based Learning Course on Content Knowledge Critical Thinking Skills. **Computers & Education**. 53(1), 132-141.
- Tandoğan, R. (2006), Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Aktif Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına ve Kavram Öğrenmelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tatar, E. (2007). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Termodinamiğin Birinci Kanununu Anlamaya Etkisi. Doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tekışık, H.H. (2002). Öğrenme-Öğretme Stratejileri. **Çağdaş Eğitim Dergisi**. 289, 1-8.
- Terry, C. (1985). Children's Conceptual Understanding of Forces and Equilibrium. **Physics Education**. 20, 162– 165.

- Tiwari, A. Lai, P. So, M. and Yuen, K. (2006). A Comparison of the Effects of Problem-Based Learning and Lecturing on the Development of Students' Critical Thinking. **Medical Education**. 40(6), 547-554.
- Tok, E. ve Sevinç, M. (2010). Düşünme Becerileri Eğitiminin Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi. **Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 27, 67-82.
- Tomaç, B. (2012). Maddeyi Tanıyalım Ünitesinin Eleştirel Düşünme Yöntemiyle Öğretiminin Öğrencilerin Üst Düzey Düşünme Becerilerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Konya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Konya.
- Uyanık, G. ve Serin, M. K. (2016). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Bazı Temel Fen Konularındaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. **Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 5(2), 510–538.
- Ülger, K. ve İmer, Z. (2013), Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ) Yaklaşımının Öğrencilerin Yaratıcı Düşünme Becerileri Üzerine Etkisi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi [H. U. Journal of Education]**. 28(1), 382-392.
- Vitaloka, A. and Sani, A. R. (2016). The Effect of Problem Based Learning Model on Critical Thinking Ability of Students in Dynamic Fluid Class XI Mia Sma Negeri 2 Balige Academic Year 2014/ 2015. **Journal Inpafi**. 4(3), 10-19.
- Wilson, B. G. (1997). Reflections on Constructivism and Instructional Design. **Instructional Development Paradigms**. 63-80.
- Wood, D. F. (2003). Abc of learning and teaching in medicine: Problem based learning. **BMJ: British Medical Journal**. 326(7384), 328.
- Wuttiptom, S. Sharma, M. D. Johnston, I. D. Chitaree, R. and Soankwan, C. (2009). Development and use of a Conceptual Survey in Introductory Quantum Physics. **International Journal of Science Education**. 31(5), 631-654.

- Yalçın, O. (2014). Ortaöğretim Öğrencilerinin Modern Fizik Konularını Günlük Hayata Transfer Düzeylerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005). Fen Bilgisi Öğretiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Yaratıcı Düşünme Becerisine Etkisi. **İlköğretim-Online**. 4(1), 42-52.
- Yaman, S. ve Yalçın, N. (2005). Fen Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Problem Çözme ve Öz- Yeterlik İnanç Düzeylerinin Gelişimine Etkisi. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**. 29, 229-236.
- Yuan, H. Williams, B. A. and Fan, L. (2008). A Systematic Review of Selected Evidence on Developing Nursing Students' Critical Thinking Through Problem-Based Learning. **Nurse Education Today**. 28(6), 657-663.
- Zohar, A. (2004). Elements of Teachers' Pedagogical Knowledge Regarding Instruction of Higher Order Thinking. **Journal of Science Teacher Education**. 15(4), 293-312.
- Zollman, D. A. Rebello, N. S. and Hogg, K. (2002). Quantum Mechanics for Everyone: Hands-on Activities Integrated With Technology. **American Journal of Physics**. 70(3), 252-259.

## EKLER

### EK-1

#### İŞLEM ZAMAN ÇİZELGESİ

| Yıl                                                     | 2017 (Aylar) |   |    |    |    | 2018 (Aylar) |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------|--------------|---|----|----|----|--------------|---|---|---|---|
| Yapılan İşler                                           | 8            | 9 | 10 | 11 | 12 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1- Alanyazın Taraması                                   |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 2- Hedef ve Hedef Davranışların Yazılması               |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 3- Ders Anlatım Materyalinin Hazırlanması               |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 4- Ölçme Aracının Hazırlanması                          |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 5- PDÖ Materyallerinin ve Ders Planlarının Hazırlanması |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 6- Uygulama                                             |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 7- Sonuçların Değerlendirilmesi                         |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |
| 8- Sonuçların Yazımı ve Basımı                          |              |   |    |    |    |              |   |   |   |   |

## EK-2

# KLASİK FİZİĞİN YETERSİZLİKLERİ KAVRAMSAL ANLAMA TESTİ

## (KFYKAT)

Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı  
Klasik Fiziğin Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)

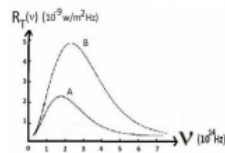
İsim:

Soyisim:

Şube:

Numara:

1)



i. Farklı A ve B maddeleri için spektral ısıma gücünün frekansa bağlı değişim grafikleri yanda verilmiştir. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

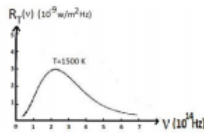
- Isımanın maksimum spektral ısıma gücünün değeri madde türüne göre değişmektedir.
- B maddesinin sıcaklığı daha yüksektir.
- A maddesinin spektral ısıma gücünün maksimum değerde olduğu durumda yayınladığı ısımanın dalga boyu B maddesine göre daha büyüktür.
- B maddesinin yaptığı ısımanın toplam ısıma gücü daha büyüktür.

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

2)



i. Yanda 1500 K sıcaklığındaki bir cisim için termal ısıma gücünün frekansa değişimi grafiği verilmiştir. Bu eğri ile ilgili aşağıda söylenenlerden hangisi yanlıştır?

- Sıcaklık 1000 K olsaydı eğrinin tepe noktası daha yüksek frekans değerine karşılık gelirdi.
- Eğri altında kalan alan toplam ısıma gücünü verir.
- Eğri ile tam uyumlu denklem Max Planck tarafından geliştirilmiştir.
- Klasik denklem ile eğri yüksek frekans değerlerinde uyumsuzdur.

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

3) i. Aşağıda verilenlerden hangisi yada hangileri termal ısıma yapar?

I. İnsan vücudu

II. -45°K'deki Nikel

III. Eriyen buz

IV. Sıcak çay

- a) II ve III b) Yalnız III c) I ve IV d) I, III ve IV

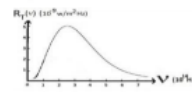
ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

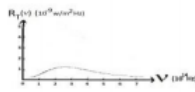
- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

4) i. Aşağıda verilen spektral ısıma gücünün frekansa değişimi grafikleri arasından en büyük toplam ısıma gücüne sahip olan durum hangisidir?

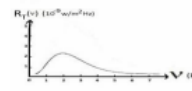
a)



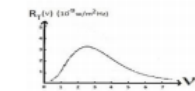
b)



c)



d)



ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

5) i. Termal ısıma olayı ile ilgili klasik fizik ile kuantum fiziği açıklamaları arasındaki en temel fark nedir?

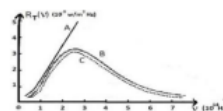
- Klasik fizik ısıma yapan atomların enerjisinin sürekli spektruma sahip olduğunu söylerken, kuantum fiziği bunun kesikli olacağını söyler.
- Klasik fiziğe göre atomların yaydığı ısımanın dalga boyu gelen ısımanın dalga boyundan küçüktür. Ancak kuantum fiziğine göre iki dalga boyu da eşittir.
- Klasik bakışa göre termal ısıma her frekans değerinde gözlemlenirken, kuantum fiziği bakış açısında ısımanın gerçekleşebilmesi için bir alt frekans değeri vardır.
- Isıma klasik fiziğe göre her sıcaklık değerinde mümkün iken kuantum fiziğine göre belirli bir sıcaklık aralığında meydana gelmektedir.

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

6)



i. Termal ısımayla ilgili olarak yandaki grafikte A, B ve C ile gösterilen yerlere gelecek ifadeler hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A: deneyel bulgular B: Planck formülü C: R-J formülü
- A: R-J formülü B: deneyel bulgular C: Planck formülü
- A: Planck formülü B: R-J formülü C: deneyel bulgular
- A: Planck formülü B: deneyel bulgular C: R-J formülü

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı**  
**Klasik Fizik Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)**

7) i. Deneyel olarak gözlemlenen spektral ısıma eğrisi ile klasik denklemler sonucu beklenen eğri arasındaki uyumsuzluk nedir?

- a) Klasik olarak yüksek dalga boylarında ısımanın sonsuz olması beklenirken, deneyde sıfıra gitmesi.  
b) Klasik olarak  $E$ 'nin sıcaklığa bağlı olmaması beklenirken deneyde sıcaklıkla ilişkili olması.  
c) Klasik olarak elektronların maksimum kinetik enerjinin şiddete bağlı olması beklenirken deneyde bir ilişki gözlemlenmemesi  
d) Klasik olarak yüksek frekanslarda ısımanın sonsuz olması beklenirken, deneyde sıfıra gitmesi.

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

8) i. Gece karanlık bölgelerde etraftaki maddeleri görebilmek için kızılötesi kameralar kullanılmaktadır. Bu kameralar sayesinde maddelerin görünebilmesi maddelerin hangi özelliğinden kaynaklanmaktadır?

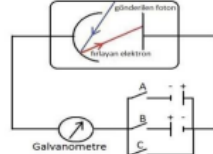
- a) Kinetik enerjiye sahip olmaları  
b) Termal ısıma yapmaları  
c) Parlak olmaları  
d) Üzerlerine gelen ışıkları yansıtmaları

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

9)



i. Yandaki fotoelektrik olay devresi üzerinde A, B ve C anahtarları sırasıyla kapatılıyor. Galvanometreden geçen akım ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur?

- a)  $I_A > I_B > I_C$  b)  $I_C > I_B > I_A$  c)  $I_B > I_A > I_C$  d)  $I_A > I_C > I_B$

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

10) i. Bir fotoelektrik olay devresi üzerinde yapılan çalışmada akım değeri, kopan foto elektron sayısı ve foto elektronların maksimum kinetik enerjisi sırasıyla  $2i$ ,  $5n$  ve  $3E$  olarak bulunmuştur. Aynı devre üzerine gelen ışığın şiddeti sabit kalmak şartı ile frekansı artırılırsa ulaşılan bulgular aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir? (frekans değişiminin şiddeti etkilemediğini varsayınız)

|    | Akım | Foto elektron sayısı | Maksimum kinetik enerji |
|----|------|----------------------|-------------------------|
| a) | $i$  | $8n$                 | $7E$                    |
| b) | $2i$ | $5n$                 | $5E$                    |
| c) | $2i$ | $5n$                 | $3E$                    |
| d) | $4i$ | $n$                  | $3E$                    |

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

11) i. Bir fotoelektrik olay devresinde gelen ışığın frekansı  $\nu$ , metal için bağlanma enerjisi  $h\nu_0$  ve gelen ışığın şiddeti  $I$ 'dir. Aşağıdaki seçeneklerde bu değişkenler için farklı değerler verilmiştir. Bu seçenekler arasından hangi seçenekteki durumda devrede akım gözlemlenebilir?

- a)  $\nu = 1,6 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $\nu_0 = 6,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $I = 5,4 \text{ Cd}$   
b)  $\nu = 4,7 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $\nu_0 = 4,2 \times 10^{15} \text{ Hz}$   $I = 9,7 \text{ Cd}$   
c)  $\nu = 6,9 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $\nu_0 = 5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $I = 3 \text{ Cd}$   
d)  $\nu = 5,3 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $\nu_0 = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$   $I = 12,4 \text{ Cd}$

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

12) i. Fotoelektrik olayda gelen ışığın enerjisi foto elektron sökmeye yetecek kadar büyük olmasına rağmen toplayıcı elektrota hiçbir foto elektron ulaşmamaktadır. Bu duruma neden olabilecek etki ve bu etkinin sonucu hangi seçenekte doğru verilmiştir?

| Etki                    | Sonuç                   |
|-------------------------|-------------------------|
| a) Durdurucu potansiyel | Satürasyon akımı oluşur |
| b) Yüksek voltaj değeri | Akım oluşmaz            |
| c) Durdurucu potansiyel | Akım oluşmaz            |
| d) Yüksek voltaj değeri | Satürasyon akımı oluşur |

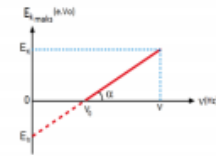
ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı**  
**Klasik Fiziğin Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)**

13)



i. Yanda fotoelektrik olaya dair elektronların maksimum kinetik enerjilerinin gelen ışığın frekansına bağlı değişimi grafiği verilmiştir. Bu grafiğin eğimi ( $\tan \alpha$ ) hangi ifadeye eşittir?

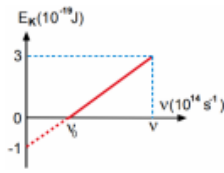
- a)  $W$     b)  $\pi$     c)  $h$     d)  $\nu_0$

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

14)



i. Bir fotoelektrik olay devresinde kopan foto elektronların kinetik enerjilerinin metale gelen ışığın frekansına bağlı olarak değişimini gösteren grafik şekildedir. Buna göre, fotonun enerjisi kaç joule'dür?

- a)  $4 \times 10^{-19} \text{ J}$     b)  $2 \times 10^{-19} \text{ J}$   
c)  $1,2 \times 10^{-19} \text{ J}$     d)  $5 \times 10^{-19} \text{ J}$

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

15) i. Aşağıdakilerden hangisi Compton saçılması ile ilgili olarak yapılan deneyde ait bulgulardan biri olamaz?

- a)  $35^\circ$  ile saçılan fotonun dalga boyu  $70^\circ$  ile saçılan fotonun dalga boyundan daha küçüktür.  
b) Saçılan fotonun frekansı gelen fotonun frekansından daha küçüktür.  
c)  $15^\circ$  saçılma açısı ile saçılan foton ile gelen fotonun dalga boyu arasındaki fark sıfırdır.  
d) Gelen fotonun enerjisi, saçılan fotonun enerjisi ile elektronun enerjisinin toplamına eşittir.

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

16) i. Gelen fotonun dalga boyu  $\lambda$  olmak üzere farklı dalgalı boyu ile gelen fotonlar için farklı sıcaklık ve saçılma açıları ile verilen aşağıdaki durumlardan hangisinde dalga boyu farkı  $\Delta \lambda$  ( $\lambda' - \lambda$ ) en büyük olur?

- a)  $\lambda = 0,700 \text{ nm}$ ,  $T = 55 \text{ K}$ ,  $\theta = 60^\circ$   
b)  $\lambda = 0,603 \text{ nm}$ ,  $T = 30 \text{ K}$ ,  $\theta = 40^\circ$   
c)  $\lambda = 0,893 \text{ nm}$ ,  $T = 300 \text{ K}$ ,  $\theta = 12^\circ$   
d)  $\lambda = 0,730 \text{ nm}$ ,  $T = 120 \text{ K}$ ,  $\theta = 75^\circ$

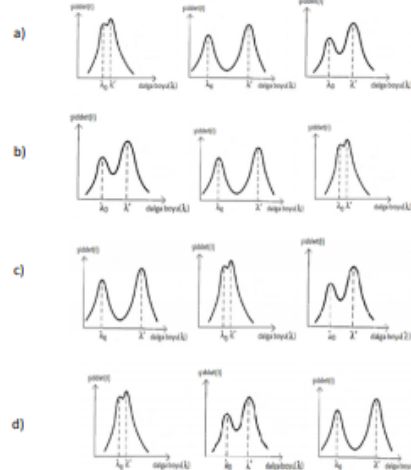
ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

17) i. Farklı saçılma açıları ile yapılan üç farklı Compton saçılması deneyinde 1. durumda saçılma açısı  $\theta = 60^\circ$ , 2. durumda  $\theta = 90^\circ$  ve 3. durumda  $\theta = 120^\circ$  olarak ayarlanmıştır. Bu durumların deneysel sonuçlarının grafikleri hangi seçenekte doğru verilmiştir?

1. Durum    2. Durum    3. Durum



ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

**Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı  
Klasik Fizik Yetersizliği Kavramsal Anlama Testi (KFYKAT)**

18) Compton saçılmasında saçılmaya uğrayan foton için hangi nicelik saçılmadan önce de sonra da aynı değerde olur?

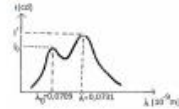
- a) Dalga Boyu      b) Doğrultu      c) Hız      d) Frekans

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

19)



i. Yanda verilen Compton saçılmasına ait saçılma şiddetinin dalga boyuna bağlı değişim grafiği için yapılan aşağıdaki yorumlardan hangisi yanlıştır?

- a)  $\Delta\lambda = 0,022 \text{ nm}$ 'dir  
b)  $\lambda'$ , saçılmaya uğrayan fotonun dalga boyudur  
c)  $I' > I_0$  olması daha fazla sayıda saçılan fotonun detektöre ulaştığını gösterir  
d) Saçılma açısının değiştirilmesinin  $\Delta\lambda$  üzerinde bir etkisi yoktur

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

20) i. Bir Compton saçılması deneyinde dalga boyu  $\Delta\lambda$  farkının oluşması hangi fizik kurallarının kullanılması sayesinde açıklanabilmektedir?

- a) Işığın yansımaları ve ışığın foton denen parçacıklardan oluşması  
b) Enerjinin korunması ve momentumun korunması  
c) Her etkiye eşit büyüklükte tepki kuvvetinin olması ve cisimler üzerine uygulanan kuvvetin ivmelenmeye sebep olması  
d) Elektronun çekirdek etrafında izinli yörüngelerde serbestçe dolması ve çekirdekteki protonun elektrona kuvvet uygulaması

ii. Verdiğiniz cevabı açıklayınız.

iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Çok eminim b) Eminim c) Kısmen eminim d) Emin değilim e) Hiç emin değilim

**HAZIRLAYAN:** Atakan ÇOBAN

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Programı, Buca, İzmir.*

**DANIŞMAN:** Prof. Dr. Mustafa EROL

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Buca, İzmir.*



## EK-3

**ELEŞTİREL DÜŞÜNME TUTUM ÖLÇEĞİ ve KULLANIM İZNİ**  
(EDTÖ)

İsim:  
Soyisim:  
Şube:  
Numara:

|     |                                                                                                              | Kesinlikle<br>Katlıyorum | Katlıyorum | Biraz<br>Katlıyorum | Katılmıyorum | Kesinlikle<br>Katılmıyorum |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------|---------------------|--------------|----------------------------|
| 1.  | Karşıt görüşleri anlamaya çalışmak zaman kaybıdır.                                                           |                          |            |                     |              |                            |
| 2.  | Geçmişte olanları merak ederim.                                                                              |                          |            |                     |              |                            |
| 3.  | Her şey görüldüğü gibidir.                                                                                   |                          |            |                     |              |                            |
| 4.  | Konu ne olursa olsun araştırma yapmak keyifli bir iştir.                                                     |                          |            |                     |              |                            |
| 5.  | Doğruluğuna inandığım bir konuda kanıt aramam.                                                               |                          |            |                     |              |                            |
| 6.  | Başladığım işi yarım bırakmam.                                                                               |                          |            |                     |              |                            |
| 7.  | İnsan ne yaparsa yapsın başına gelecekleri değiştiremez.                                                     |                          |            |                     |              |                            |
| 8.  | Ulaştığım bilgilerin ne derece güvenilir olduğunu sorgularım                                                 |                          |            |                     |              |                            |
| 9.  | Geçmişini bilmek geleceği anlamayı kolaylaştırır.                                                            |                          |            |                     |              |                            |
| 10. | Farklılık zenginliktir.                                                                                      |                          |            |                     |              |                            |
| 11. | Tam inandıklarımın doğruluğunu sorgulamam.                                                                   |                          |            |                     |              |                            |
| 12. | Daha fazlasını öğrenmek için soru sorarım.                                                                   |                          |            |                     |              |                            |
| 13. | Kendime ulaşabileceğim hedefler (gerçekçi) koyarım.                                                          |                          |            |                     |              |                            |
| 14. | Bir görüşün doğruluğu o görüşe katılan kişi sayısına bağlıdır.                                               |                          |            |                     |              |                            |
| 15. | İhtiyacım olan bir bilgiye hangi yolla ulaşacağımı bilirim.                                                  |                          |            |                     |              |                            |
| 16. | Başladığım işin tamamlanmasını bekleyebilecek kadar sabırlı değilim.                                         |                          |            |                     |              |                            |
| 17. | Bildiğimden şaşmam.                                                                                          |                          |            |                     |              |                            |
| 18. | Düşünmeden konuşmam.                                                                                         |                          |            |                     |              |                            |
| 19. | Bir konu hakkında karar verirken sahip olduğum görüşün tersi görüşler hakkında da bilgi toplamaya çalışırım. |                          |            |                     |              |                            |

**Atakan Coban** <atakancoban39@gmail.com> 28 Tem (12 gün önce) ☆ ↩ ▼

Alıcı: syozelci ▼

Hocam iyi günler,  
Ben Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Eğitimi Yüksek Lisans Öğrencisi Atakan Çoban olarak 2012 yılında hazırladığınız tezinizde geliştirmiş olduğunuz Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeğinizi gelecek dönem hazırlayacağım probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin eleştirel düşünme tutumlarına ve akademik başarılarına olan etkisini araştıracağım yüksek lisans tezimde kullanabilir miyim ?

**Serap YILMAZ ÖZELÇİ** 29 Tem (11 gün önce) ☆ ↩ ▼

Alıcı: bana ▼

Merhabalar  
Bilimsel etiğe uygun biçimde elbette kullanabilirsiniz. Ölçeğin makalesi uluslararası eğitim bilimleri dergisinde çıktı. Kaynak olarak onu gösterebilirsiniz. İhtiyaç duyduğunuz durumda tekrar yazarsınız.  
Kolaylıklar dilerim

Dr. Serap YILMAZ ÖZELÇİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Ereğli Eğitim Fakültesi  
Eğitim Bilimleri Bölümü  
Eğitim Programları ve Öğretim ABD  
Ereğli / KONYA

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

Kimden: Atakan Coban <atakancoban39@gmail.com>

Kime: syozelci@konya.edu.tr

Gönderilenler: Fri, 28 Jul 2017 14:48:36 +0300 (EEST)

Konu: "Eleştirel Düşünme Tutum Ölçeği" kullanma izin talebi.

\*\*\*

**Atakan Coban** <atakancoban39@gmail.com> 30 Tem (10 gün önce) ☆ ↩ ▼

Alıcı: Serap ▼

Teşekkür ederim hocam.

29 Tem 2017 18:56 tarihinde "Serap YILMAZ ÖZELÇİ" <syozelci@konya.edu.tr> yazdı:

\*\*\*



## EK-4

### HEDEF ve HEDEF DAVRANIŞLAR

#### SİYAH CİSİM IŞIMASI

#### **BİLGİ**

##### a) Kavramlar Bilgisi

Hedef 1: Siyah cisim ışıması ile ilgili kavramlar bilgisi.

Davranış:

- 1) Termal ışımayı tanımlama
- 2) Hangi maddelerin termal ışıma yaptığını söyleme
- 3) Her ışımanın neden gözle görülmediğini söyleme
- 4) Spektral ışıma gücünü tanımlama
- 5) Spektral ışıma gücü- frekans eğrisini hatırlama
- 6) Spektral ışıma gücünün sıfır olmadığı frekans aralığını seçme
- 7) Wien Kayma Yasası'nı tanımlama
- 8) Toplam ışıma gücünü tanımlama
- 9) Stefan-Boltzman kanununu tanımlama
- 10) Kaviteyi tanımlama
- 11) Kavite radyasyonunu tanımlama
- 12) Kavite'nin nasıl termal ışıma yaptığını söyleme
- 13) Rayleigh- Jeans Yasasını tanımlama
- 14) Mor Ötesi Felaket'i tanımlama
- 15) Planck'ın önerdiği formülü tanımlama
- 16) Planck postülalarını söyleme
- 17) Klasik bakış ile Planck hipotezi arasındaki farkı söyleme
- 18) Rayleigh Jeans'in önerdiği formül ile Planck'ın önerdiği formül arasındaki farkı hatırlama
- 19) Kuantum(foton) kavramını tanımlama
- 20) Doğada biline siyah cisim ışıması yapan maddeleri gösterme
- 21) Makroboyutta kuantumlanma hakkındaki analogileri gösterme

##### b) Alışılar Bilgisi

Hedef 3: Siyah cisim ışıması ile ilgili alışılar bilgisi

Davranış:

- 1) Siyah cismin sıcaklığı, ışıma gücünün en büyük olduğu değer ve ışıma frekansı arasındaki ilişkiyi yazma
- 2) Atomların enerji düzeyleri ile sahip oldukları enerji arasındaki ilişkiyi yazma

c) İlke ve Genelleştirmelerin Bilgisi

Hedef 4: Siyah cisim ışıması ile ilgili ilke ve genelleştirmelerin bilgisi

Davranış:

- 1) Wien Kayma Yasası'nı yazma
- 2) Planck Sabiti'ni yazma
- 3) Moleküllerin sahip olduğu enerji formülünü yazma
- 4) Stefan-Boltzman Kanunu'nu yazma
- 5) Rayleigh-Jeans Yasası'nı yazma
- 6) Planck formülünü yazma

### **KAVRAMA**

- 1) Wien Kayma Yasası'nı yorumlama
- 2) Planck postülalarını özetleme
- 3) Wien Kayma Yasası'nı grafikte gösterme
- 4) Mor Ötesi Felaket'i grafikte gösterme
- 5) Siyah cisim ışımasının klasik fizik ile açıklanamamasının nedenini özetleme
- 6) Siyah cisim ışımasını özetleme

### **UYGULAMA**

- 1) Siyah cisim ışıması ile günlük hayat arasında ilişki kurma
- 2) Wien Kayma Yasası ile alakalı problem çözme
- 3) Kuantum kavramı ile makroskobik boyuttaki nesneler arasında ilişki kurma

### **ANALİZ**

- 1) Siyah cisim ışımasını bölümlere ayırma
- 2) Siyah cisim ışımasının ana hatlarını gösterme
- 3) Klasik fizik ile kuantum fiziği arasındaki farkı ayırt etme
- 4) Rayleigh- Jeans yasası ile deneysel verileri karşılaştırma
- 5) Planck hipotezi ile deneysel verileri karşılaştırma

### **SENTEZ**

- 1) Siyah cisim ışımasını özetleme

### **DEĞERLENDİRME**

- 1) Siyah cisim ışımasını açıklama
- 2) Wien Kayma Yasasını açıklama
- 3) Kuantum kavramını açıklama

## FOTOELEKTRİK OLAY

### **BİLGİ**

#### a) Kavramlar Bilgisi

Hedef 1: Fotoelektrik Olay ile ilgili kavramlar bilgisi

Davranış:

- 1) Fotoelektrik olayı tanımlama
- 2) Fotoelektronu tanımlama
- 3) Fotoelektrik olayın gözlemlendiği devreyi tanımlama
- 4) Düz bağlı devreyi tanımlama
- 5) Ters bağlı devreyi tanımlama
- 6) Saturasyon akımını tanımlama
- 7) Durdurucu potansiyeli tanımlama
- 8) Fotoelektrik olayın klasik açıklamasını tanımlama
- 9) Fotoelektrik olayın deneysel bulgularını tanımlama
- 10) Fotoelektrik olay için Einstein'ın açıklamalarını tanımlama
- 11) İş fonksiyonunu tanımlama
- 12) Eşik frekansı tanımlama
- 13) Fotoelektronların kinetik enerji denklemini tanımlama

#### b) Araç- Gereç Bilgisi

Hedef 2: Fotoelektrik olay ile ilgili araç- gereç bilgisi

Davranış:

- 1) Fotoelektrik olayın gözlemlendiği devrenin elemanlarını bilme ve söyleme
- 2) Düz bağlı devreyi bilme ve söyleme
- 3) Ters bağlı devreyi bilme ve söyleme

#### c) Alışılar Bilgisi

Hedef 3: Fotoelektrik olay ile ilgili alışılar bilgisi

Davranış:

- 1) Gelen ışığın şiddeti ile devreden geçen akım arasındaki ilişkiyi yazma
- 2) Gelen ışığın frekansı ile fotoelektronların kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi yazma
- 3) Metalin iş fonksiyonu ile fotoelektronların kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi yazma
- 4) Durdurucu potansiyel ile akım arasındaki ilişkiyi yazma
- 5) Uygulanan voltaj ile devreden geçen akım arasındaki ilişkiyi yazma

- 6) Durdurucu potansiyel ile elektronun maksimum kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi yazma
- 7) Işığın frekansı ile durdurucu potansiyel arasındaki ilişkiyi yazma
- 8) Fotoelektrik olay denklemini yazma

d) İlke ve Genelleştirmelerin Bilgisi

Hedef 4: Fotoelektrik olay ile ilgili ilke ve genelleştirmelerin bilgisi

Davranış:

- 1) Elektronların kinetik enerji formülünü yazma
- 2) İş fonksiyonu formülünü yazma

### **KAVRAMA**

- 1) Fotoelektrik olayı özetleme
- 2) Işığın şiddeti ile akım arasındaki ilişkiyi grafik üzerinden gösterme
- 3) Potansiyel fark ile akım arasındaki ilişkiyi grafik üzerinden gösterme
- 4) Fotoelektrik olayın klasik açıklamasını, deneysel bulgularını ve Einstein açıklamalarını özetleme

### **UYGULAMA**

- 1) Fotoelektrik olay problemi çözme

### **ANALİZ**

- 1) Fotoelektrik olayın anahatlarını gösterme
- 2) Klasik teori ile Einstein açıklamalarını karşılaştırma
- 3) Işığın şiddeti ile frekansının fotoelektronlar üzerindeki etkisini ayırtetme

### **SENTEZ**

- 1) Fotoelektrik olayı özetleme

### **DEĞERLENDİRME**

- 1) Fotoelektrik olayı açıklama
- 2) Fotoelektronların kinetik enerjisini açıklama
- 3) Fotoelektrik olay devresini açıklama
- 4) Devreden geçen akımı açıklama

- 5) Klasik teori ile deneysel bulguları karşılaştırma
- 6) Deneysel bulgular ile Einstein açıklamalarını karşılaştırma
- 7) Klasik teori ile Einstein açıklamalarını karşılaştırma

## **COMPTON SAÇILMASI**

### **BİLGİ**

#### a) Kavramlar Bilgisi

Hedef 1: Compton saçılması ile ilgili kavramlar bilgisi

Davranış:

- 1) Compton'un yaptığı deneyi tanımlama
- 2) Fotonun momentumunu tanımlama
- 3) Compton saçılmasında momentum korunumunu tanımlama
- 4) Compton saçılmasında enerji korunumunu tanımlama
- 5) Compton denklemini tanımlama
- 6) Compton saçılması ile ilgili klasik açıklamayı tanımlama
- 7) Compton saçılması ile ilgili deneysel bulguları tanımlama
- 8) Compton saçılması ile ilgili Compton'un açıklamalarını tanımlama
- 9) Compton saçılması olayını tanımlama

#### b) Araç- Gereç Bilgisi

Hedef 2: Compton saçılması ile ilgili araç- gereç bilgisi

Davranış:

- 1) Compton saçılması olayının çizimini bilme

#### c) Alışılar Bilgisi

Hedef 3: Compton saçılması ile ilgili alışılar bilgisi

Davranış:

- 1) Saçılan fotonun saçılma açısı ve gelen dalga dalganın dalga boyu ile saçılan dalga dalganın dalga boyu arasındaki ilişkiyi yazma

#### d) İlke ve Genelleştirmelerin Bilgisi

Hedef 4: Compton saçılması ile ilgili ilke ve genelleştirmeler bilgisi

Davranış:

- 1) Compton Saçılması denklemini yazma
- 2) Compton saçılmasında enerji korunumu denklemini yazma
- 3) Compton saçılmasında momentum korunumu denklemini yazma

### **KAVRAMA**

- 1) Compton Saçılması olayını özetleme

- 2) Compton'un açıklamalarını yorumlama
- 3) Klasik açıklama ile açıklanamayan yerleri yazma

### **UYGULAMA**

- 1) Compton ilkesini uygulama
- 2) Compton saçılması ile ilgili problem çözme
- 3) Foton-elektron çarpışmasına günlük hayattan benzetme yapma

### **ANALİZ**

- 1) Klasik açıklama ile Compton açıklamalarını karşılaştırma
- 2) Klasik fiziğin yetersiz kaldığı noktaları saptama
- 3) Compton saçılmasının anahatlarını gösterme
- 4) Compton saçılmasını bölümlere ayırma

### **SENTEZ**

- 1) Compton saçılmasını özetleme

### **DEĞERLENDİRME**

- 1) Compton saçılmasını açıklama
- 2) Enerji ve momentum korunumunu açıklama
- 3) Klasik açıklama ile deneysel bulguları karşılaştırma
- 4) Klasik açıklama ile Compton'un açıklamalarını karşılaştırma
- 5) Compton'un açıklamaları ile deneysel bulguları karşılaştırma



**EK-5****DERS ANLATIM MATERYALI****İÇİNDEKİLER****1. SİYAH CİSİM İŞIMASI**

Spektral Işıma Gücü

Toplam Işıma Gücü

Kavite

Siyah Cisim Işıması'nın Açıklamaları

Problemler

**2. FOTOELEKTRİK OLAY**

Fotoelektrik Olay Devresi

Fotoelektrik Olay Hakkındaki Açıklamalar

Deneysel Bulgular

Klasik Açıklama

Einstein Açıklamaları

Problemler

**3. COMPTON SAÇILMASI**

Compton Deneyi

Compton Saçılması Hakkındaki Açıklamalar

Klasik Açıklama Ve Deneysel Bulgular

Compton Açıklaması

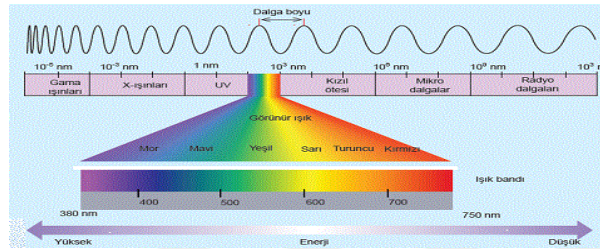
Problemler

# KLASİK FİZİĞİN YETERSİZLİKLERİ

## SİYAH CİSİM IŞIMASI

### GİRİŞ

Herhangi bir cismin sıcaklığından dolayı yayınladığı ışımaya **termal ışıma** denir. Bütün cisimler aslında ışıma yolu ile sürekli olarak enerji alış verişi yaparlar. Soğuk cisimler enerji soğururken sıcak cisimler enerji yayınlılar. Sıcak bir cismin soğuk bir ortamda bulunması sonucu zamanla soğumasının nedeni de cismin birim zamanda yayınladığı enerji miktarının birim zamanda soğurduğu enerji miktarından daha fazla olmasıdır. Dolayısı ile sıcak cisimler sürekli olarak enerji yayıp ısı kaybeder ve çevreleri ile aynı sıcaklığa gelirler.



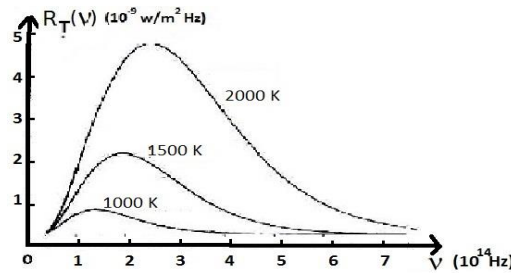
**Şekil 1: Elektromanyetik Spektrum. Bu spektrumun görünür bölge kısmı dışına denk gelen ışıma gözle görülemez.**

Mutlak sıfır ( $-273,15^{\circ}C, 0^{\circ}K$ ) dışındaki sıcaklıklarda her cisim termal ışıma yapar. Termal ışıma kimi sıcaklıklarda gözle görülebilirken kimi sıcaklıklarda gözle görülemez. Bunun nedeni yayınlanan ışımanın dalga boyu büyüklüğünün elektromanyetik spektrumun görünmeyen (kızıl ötesi veya mor ötesi) bölgesinde olmasıdır. Bu ışıma düşük sıcaklıklarda kızılötesi olarak karşımıza çıkar ve çıplak gözle görülemez. Bu cisimlerin termal ışımaları termal(kızılötesi) kameralarla görülmektedir.

Cisim ısıtılırsa yaklaşık  $500^{\circ}C$ 'de kızarmaya başlar yani görünür bölgede ışıma yayar. Yeteri kadar yüksek sıcaklıkta cisim ışık ampulünün sıcak tungsten filamanı gibi beyaz renkte parlar. Bu ışıma spektrumunun kızılötesi, görünür bölge ve morötesi dalga boylarında sürekli bir dağılıma sahiptir. Işıma cismin yüzeyine yakın atomlardaki yüklü parçacıkların ivmeli hareketlerinden kaynaklanır. İvmelenmiş elektrik yükleri elektromanyetik dalgalar yayar.

### SPEKTRAL IŞIMA GÜCÜ

Spektral ışıma gücü mutlak sıcaklığı  $T$  olan bir cismin birim yüzeyinden, birim zamanda ve birim frekans aralığında yayınladığı enerji olarak tanımlanır. Spektral ışıma gücünün birimi şu şekildedir:  $R_T(\nu) = \left[ \frac{W}{m^2 \cdot Hz} \right] = \left[ \frac{Joule}{m^2 \cdot s \cdot Hz} \right]$



**Şekil 2: Farklı sıcaklıklarda spektral ışıma gücü ile frekans arasındaki ilişkiyi gösteren grafik. Spektral ışıma gücünün maksimum olduğu tepe noktasının sıcaklık arttıkça daha yüksek frekanslara kaydığı görülmektedir.**

Cisimlerin termal radyasyonunu ifade eden ve sürekli karakterdeki spektral ışıma gücünü ifade eden eğriler tüm maddeler için aynı karakterdedir. Şekil 2 ile verilen eğrinin genel özellikleri şu şekilde ifade edilebilir:

- 1) Şayet frekans, yani  $\nu$ ,  $10^{14}$  Hz'den çok çok küçük ise ( $9 \times 10^{13}$  Hz veya daha küçük)  $\nu$  frekansından itibaren  $d\nu$  frekans aralığındaki spektral ışıma gücü hemen hemen sıfırdır.
- 2)  $\nu$  frekansının artırılması ile spektral ışıma gücü alçak frekanslarda (maksimuma ulaşmaya kadar) çok hızlı bir şekilde artar.

- 3)  $\nu_m$ 'ın ötesinde ısıma gücü yavaşça fakat sürekli bir şekilde azalır ve  $\nu$  frekansının çok büyük olduğu değerler için yaklaşık sıfır olur. ( $4 \times 10^{14}$  Hz ve daha büyük)
- 4) Spektral ısıma gücünün maksimum olduğu bir frekans değeri vardır. Bu değer 1000 K için  $\nu_m \cong 1.1 \times 10^{14}$  Hz, 1500 K için  $\nu_m \cong 2.1 \times 10^{14}$  Hz frekans değeridir. Maksimum ısımanın görüldüğü frekans  $\nu_m$  sıcaklıkla artar. Dikkatli bir inceleme yapıldığında  $\nu_m$ 'nin T ile doğru orantılı olarak arttığı görülür.
- Deneyel sonuçlar incelendiğinde sıcaklık arttıkça maksimum ısımanın meydana geldiği frekans değeri olan  $\nu_m$ 'nin daha büyük değerlere kaydığı görülmektedir. Görülen bu durum Wien (Kayma) Yasası adı verilen aşağıdaki bağıntıya uyar:

$$\lambda_{maks}.T = 2,898 \times 10^{-3} m.K$$

$\lambda_{maks}$ , maksimum ısıma gücünün görüldüğü  $\nu_m$ 'a karşılık gelen dalga boyudur.

**Örnek 1:** Mutlak sıfır sıcaklığı dışında sıcaklığa sahip her cisim ısıma yaptığına göre ve vücut sıcaklığımız ortalama  $36^\circ C$  olduğuna göre etrafımızda ısıma göremememizin sebebi nedir?

**Örnek 2:**  $-270^\circ C$  'de buzun ve  $1727^\circ C$  'de çalışan tungsten ampul flamanının yayınladığı ısıma için tepe dalga boyunu bulunuz.

## TOPLAM IŞIMA GÜCÜ

Bütün frekanslardaki ısıma gücüdür. Toplam ısıma gücü sıcaklıkla artar. Belli bir sıcaklık için toplam ısıma gücü, o sıcaklık için verilen spektral ısıma gücünün frekansa bağlı ( $R_T - \nu$ ) eğrisinin altında kalan alandan bulunur. Toplam ısıma gücü formül olarak

$$R_T = \int_0^\infty R_T(\nu) d\nu$$

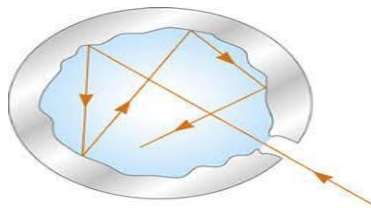
ile verilir. Deneyel bulgulara göre toplam ısıma gücü sıcaklıkla artar. Bu artış **Stefan-Boltzman** kanununa göre sıcaklığın dördüncü kuvveti ile orantılıdır.

$$R_T = (sbt).T^4$$

## KAVİTE

Siyah cisimler üzerlerine düşen ışığın çoğunu soğururken az bir kısmını yansıtırlar. Siyah renkli bir cismi görebilmemizin sebebi az da olsa ışığı yansıtmasıdır. Diğer renkli cisimler üzerine gelen ışığın çoğunu yansıtırlar. Siyah cisim terimi ile ifade edilmek istenen siyah renkte görünen cisimler değildir. Çünkü siyah renkli cisimler üzerlerine gelen ışığın az da olsa bir kısmını geri yansıtmaktadır. Bu derste bahsedilecek siyah cisim üzerine gelen tüm ışığı soğuran ideal bir siyah cisimdir. Bu ideal siyah cisim kavite olarak adlandırılmaktadır ve üzerine gelen tüm ışığı soğurduğu için görülmemektedir. Doğada bu şekilde bir siyah cisim bulunmamaktadır.

Kavite üzerinde küçük bir delik bulunan girintili çıkıntılı ve gümüşlenmiş (ayna haline getirilmiş) iç yüzeye sahip kovuk şeklindeki cisim ideal bir siyah cisimdir. Küçük delikten içeri giren ışınım, cismin iç duvarlarında birçok yansıma yapar ve ışınımın hemen hemen tamamı dışarı çıkamaz ve soğurulur. Tüm bu soğurulmalar sonucunda kavitenin içinde bir enerji depolanması gerçekleşir.



Şekil 3: İdeal siyah cisim “kavite”

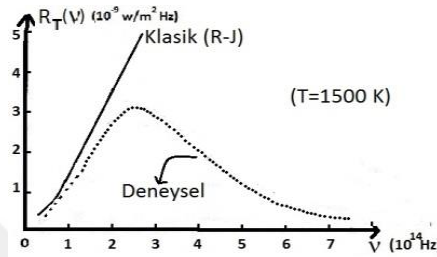
Kavitenin deliğine giren radyasyonun soğurulması ile kavite içinde biriken enerji aynı anlamı ifade ettiğinden  $R_T$  spektral ısıma gücü yerine benzer fakat farklı bir tanımlama olan **kavite radyasyonu** diye isimlendirilen  $\rho_T(v)$  kullanılmaktadır. Sıcaklığı  $T$  olan bir kavitenin radyasyonu  $T$  sıcaklığındaki bir siyah cisim ile aynı karakterdedir.

## SİYAH CİSİM IŞIMASI'NIN AÇIKLAMALARI

Klasik fizik kullanılarak siyah cisim ışımasını açıklamak amacıyla yapılan en önemli çalışmalardan biri Rayleigh ve Jeans'in çalışmalarıdır. Öne sürülen bağıntı şu şekildedir:

$$\rho_T(v) = \frac{8\pi v^2}{c^3} \bar{E} = \frac{8\pi v^2}{c^3} kT \quad \bar{E} = \text{Ortalama enerji.}$$

Rayleigh-Jeans (R-J) formülüne göre frekans artırıldığında birim hacimdeki enerji miktarı sürekli olarak artmaktadır. Şekil 4'den de görülebileceği gibi R-J yasası çok alçak frekanslarda deney ile uyumludur. Ancak frekans artırıldıkça, R-J yasası ile deneysel bulgular uyuşmamaktadır. Özellikle çok yüksek frekanslarda deneysel bulgularda toplam ısıma gücü 0 olurken R-J yasasında sonsuza gitmektedir. Teori ile deney arasındaki bu tutarsızlık bilim adamları arasında “*Mor Ötesi Felaket*” adında bilinmektedir.



Şekil 4: Rayleigh-Jeans Yasası ile deneysel bulgular küçük frekanslarda uyumludur. Ancak yüksek frekanslarda bariz bir uyumsuzluk vardır.

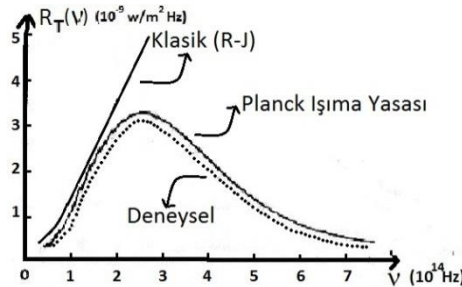
Klasik fiziğin siyah cisim ışıması açıklamada yetersiz kaldığını gören Max Planck, cismin yüzeyine yakın atomlardaki yüklü parçacıkların ivmeli hareketlerinden kaynaklanan termal ışımanın sürekli bir spektrumuna değil kesikli enerji spektrumuna sahip olacağını ileri sürmüştür. Bunun üzerine Planck iki postüla önermiştir:

- 1) Titreşerek ışıyan moleküller  $E_n = nh\nu$  ile verilen kesikli enerji değerlerine sahip olabilirler. Burada  $h$  Planck sabiti ( $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ), ‘ $n$ ’ kuantum sayısı denen pozitif bir tam sayı ve ‘ $\nu$ ’ ışıma yapan atom ve moleküllerin titreşim frekansıdır. Bu varsayıma göre enerji seviyeleri kuantumlanmıştır.
- 2) Titreşen atomlar bir enerji düzeyinden diğerine geçiş yaptığında ardışık iki seviye arasındaki enerji farkı ‘ $h\nu$ ’ kadar enerjiye sahip bugün foton adı verilen kesikli paketler halinde enerji yayınlar ya da yutarlar.

Ardından formüldeki uyumsuzluğu gidermek adına Planck ortalama enerjinin  $\bar{E} = kT$  değil,  $\bar{E} = h\nu \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$  olacağını söylemiş ve R-J’in denklemini revize ederek aşağıdaki şekle getirmiştir:

$$\rho_T(v) = \frac{8\pi h v^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Bu bağıntı küçük frekans değerlerinde R-J yasasına indirgenir. Bunun yanında yüksek frekans değerlerinde deneysel verilerle uyumludur.



Şekil 5: Planck yasası tüm frekans değerlerinde deneysel bulgular ile uyum halindedir.

Planck kuramındaki kilit nokta kuantum kavramının ortaya atılmasıdır. Kuantum yukarıda anlatılanlardan da anlaşılabilceği gibi sürekliliğin tersine kesikli yapıya ait bir kavramdır. Günlük hayattan örnek verecek olursak bilyeler kuantumlanmıştır. Tam sayıda bilye satın alabiliriz ancak 1.5 tane bilye satın alamayız. Un kuantumlanmıştır değildir. Bilye ve un örnekleri makroskobik (büyük ölçekli) örneklerdir. Bunlara mikroskobik (atomik ölçüler) olarak bakıldığında atomlardan oluştuklarından her ikisi de kuantumlanmıştır. Bir başka makroskobik analogi de harfler ve kelimelerdir. Kelimeleri ışık olarak düşünürsek harfler bu ışığı oluşturan fotonlar olarak düşünülebilir.

## PROBLEMLER

1) Işıma yapan farklı sıcaklıklardaki x, y ve z cisimlerinin sıcaklıkları arasında  $T_x > T_y > T_z$  ilişkisi vardır. Bu cisimlerden yayınlanan ışımaların dalga boyları arasındaki ilişki nasıl olur?

2) Elektromanyetik spektrumu göz önünde bulundurularak gökyüzünde farklı renklerde görülen yıldızlardan mavi, kırmızı ve yeşil renkteki yıldızların sıcaklıklarını açıklayarak kıyaslayınız.

3) Kara cisim ışıması için söylenen aşağıdaki ifadeler doğru ise “D” yanlış ise “Y” ile belirtiniz.

- (.....) Rayleigh-Jeans yasası ile deneysel bulgular tüm dalga boylarında uyumludur.
- (.....) Sıcak maddelerin sıcaklıklarına göre ışıma yapması olayıdır.
- (.....) Cismin sıcaklığı arttığında gerçekleşen ışımanın enerjisi artar, dalga boyu azalır.
- (.....) Klasik açıklama ile deneysel bulgular arasındaki uyumsuzluk Morötesi Felaket olarak isimlendirilir.
- (.....) İdeal siyah cisim olan kavitenin doğada pek çok örneği vardır.
- (.....) Gözle görülmeyen ışıma termal ışıma değildir.
- (.....) Üzerine gelen tüm ışınları soğuran ideal bir sistem Siyah Cismin en doğru tanımlamasıdır

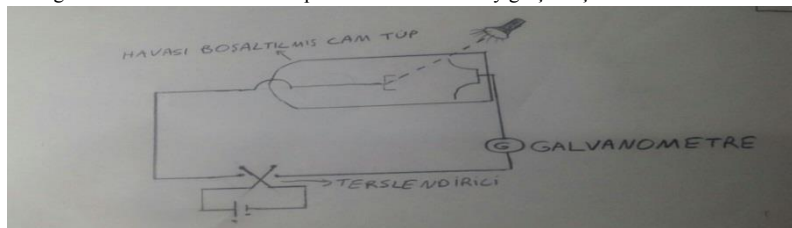
## FOTOELEKTRİK OLAY

### GİRİŞ

Hertz elektromanyetik dalgalar üzerine yaptığı deneylerde metal topuzlardan birinin üzerine morötesi ışık gönderdiğinde hava boşluklarında kıvılcımların daha kolay oluştuğunu gözlemledi. 19. yy sonlarında buna benzer deneyler bazı belirli metal yüzeyleri üzerine düşen ışığın yüzeyden elektron yayınlanmasına neden olduğunu gösterdi. Bu olay fotoelektrik olay, bu olayda yayınlanan elektronlar da foto elektron olarak tanımlanmaktadır. Fotoelektrik olayın gözlemlendiği devrede havası boşaltılmış bir cam tüp içinde bulunan 2 metal elektrot(A: foto elektronların söküldüğü metal ve B:toplayıcı metal) gerilim kaynağına bağlıdır.

### FOTOELEKTRİK OLAY DEVRESİ

Şekil 6 fotoelektrik olayın gözlemlendiği düzeneği vermektedir. Bu düzende ışık kaynağı kapalı olduğu zaman ( A metaline üzerine ışık düşmediği zaman) devreden akım geçmediği gözlenir. A metal elektrotu üzerine uygun belli frekansa sahip bir ışık düşürüldüğünde elektrottan elektron kopar ve fotoelektrik olay gerçekleşir.



Şekil 6: Fotoelektrik olay devresi

Kopan elektronlar B elektrotu tarafından toplanır ve galvanometrede akım değeri okunur. Eğer B elektrotuna pozitif voltaj uygulanırsa (düz bağlı) kopan elektronlar daha kolay bir şekilde B'ye ulaşır ve devreden akım geçmesi devam eder. Ancak foto elektronlar koparıldığında B elektrotuna negatif potansiyel uygulanırsa (ters bağlı) bu potansiyel kopan elektronları iteceğinden giderek daha az sayıda elektron B'ye ulaşacağından akımda bir azalma gerçekleşir. Ters gerilim yeterince yüksek değere ulaştığında artık hiç bir foto elektron B'ye ulaşamayacağından devre kesilir ve galvanometreden akım geçmez. Bu voltaj değerine durdurucu potansiyel adı verilir ve  $V_0$  ile gösterilir. Enerji korunumu yasası uyarınca metalden koparılan en hızlı elektronun kinetik enerjisi

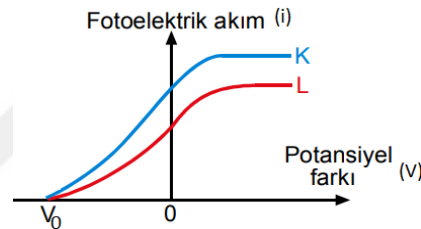
$$eV_0 = K_{maks} 1/2 m \cdot V_{maks}^2$$

olarak yazılır. ( $e = 1.6 \times 10^{-19}$ ,  $V_0 = \text{durdurucu potansiyel}$ ,  $K_{maks} = \text{elektronların maksimum kinetik enerjisi}$ )

## FOTOELEKTRİK OLAY HAKKINDAKİ AÇIKLAMALAR

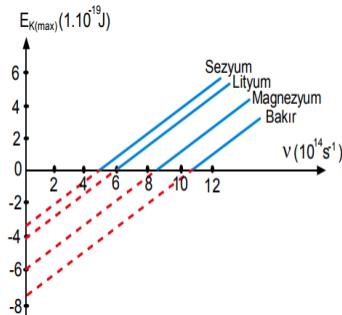
a) Deneysel bulgular

1) İki farklı ışık şiddeti için uygulanan potansiyel farkına bağlı deneysel bulgulara göre çizilen şekil 7'deki grafik incelendiğinde potansiyel artırılmaya devam etse de bir değerden sonra akımın değişmediği ve sabit kaldığı görülmektedir. Bu akım değerine saturasyon (doyma) akımı denir. Işık şiddeti arttığı zaman kopan foto elektronların sayısı artar dolayısı ile devreden geçen akım artar.  $V$  artırılmaya devam ederse büyük değerleri için bir doyum seviyesine ulaşır. Durdurma potansiyeli  $V_0$  'a eşit veya daha küçük gerilim değerlerinde akım 0 olur.



**Şekil 7: Deneysel olarak fotoelektrik olay düzenğinde A ve B elektrotu arasına uygulanan voltaj (V) ile galvanometreden geçen akım (devreden geçen akım) arasındaki ilişki grafiği.**

2) Şekil 8’de verilen durdurucu potansiyelin frekansa bağlı değişim grafiği incelendiğinde de kaynaktan çıkan ışığın frekansı arttıkça durdurucu potansiyelin değerinin arttığı ve fotoelektrik olayın gözlenebilmesi için bir eşik frekans değerinin bulunduğu görülmektedir.



**Şekil 8: Foto elektronların kinetik enerjilerinin, frekansa ve metal türüne bağlı değişim grafiği.**

Fotoelektrik olayın gerçekleşmesini sağlayan bu eşik frekans değeri metallerin karakteristik özelliğidir ve metalden metale farklılık göstermektedir.

| <b>Metal</b> | <b>W(eV)</b> |
|--------------|--------------|
| Sezyum (Cs)  | 1,9          |
| Sodyum (Na)  | 2,3          |
| Lityum (Li)  | 2,5          |
| Bakır (Cu)   | 4,7          |
| Gümüş (Ag)   | 4,7          |
| Platin (Pt)  | 6,4          |
| Kurşun (Pb)  | 4,1          |
| Demir (Fe)   | 4,5          |

**Tablo 1: Bazı metaller için iş fonksiyonu değerleri**

Fotoelektrik olay ile ilgili deneysel bulgular toparlandığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılır:

- Metal elektrota gönderilen ışığın şiddeti artırıldığında yalnızca yüzeyden birim zamanda koparılan elektron sayısı (akım) artar. Ancak elektronların kinetik enerjileri etkilenmez.
- Metal elektrota gönderilen ışığın frekansı azaltıldığında kritik bir değerin altında ışığın şiddeti artırılrsa bile elektron kopmaz.
- Foto elektronların maksimum kinetik enerjisi metal elektrota gönderilen ışığın frekansı artırıldığında artar.
- Metal elektrota ışık düştükten  $10^{-19}$  saniyeden daha kısa bir süre sonra elektron yayınlanır.

**b) Klasik Fiziğe Göre**

- Fotoelektrik olay her frekans değerinde ortaya çıkar.
- Daha yüksek şiddetli ışık metal üzerine birim zamanda daha çok enerji taşımaktadır ve bu nedenle metalden koparılan elektronların kinetik enerjileri daha büyük olmalıdır.
- Foto elektronlar metalden kaçmaya yetecek kadar kinetik enerji depolamak için belli bir süre gelen ısımayı soğurmalıdır.
- Foto elektronların enerjisi ile gelen ışığın frekansı arasında hiçbir ilişki yoktur.

**c) Einstein'in Açıklamaları**

Fotoelektrik olayın bu deneysel bulguları klasik fizik ile ters düşmektedir. Klasik açıklamalar bu noktada fotoelektrik olayı açıklamada yetersiz kalmıştır. Einstein 1905 yılında Planck'ın görüşlerini bir adım daha ilerleterek ışık demetini  $h\nu$  enerjili parçalara bölünmüş olarak düşünerek fotoelektrik olaya bir açıklama getirdi. Einstein'a göre fotoelektrik olayda metal yüzeyinde bulunan bir elektron kendisine çarpan tek fotonun enerjisini alarak metal yüzeyden kopar.

Einstein'ın fotoelektrik olay açıklaması;

- Işık şiddeti ile kopan foto elektronların sayısı doğru orantılıdır. Işık şiddeti foto elektronların kinetik enerjilerini etkilemez. Işık şiddeti artarsa akım da artar.
- Gelen ışığın frekansı arttıkça yayınlanan foto elektronun kinetik enerjisi artar.
- Elektronu metalden çekebilmek için minimum bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu minimum enerjiye elektron koparılan metalin iş fonksiyonu denir. Bu değer her metal için farklıdır ve bu kritik enerji değerine karşılık gelen frekansa  $\nu_0$  iş frekansı denir. İş frekansının altında frekans değerlerinde foto elektron yayınlanmaz.
- Işık parçacıkları (foton) ile elektronların etkileşimi metal yüzeyinde olur ve bir foton enerjisinin tamamını elektrona aktarır. Bu enerji iş fonksiyonundan büyükse hemen hemen anında foto elektron yayınlanır. Bir metalden elektron koparabilmek için gelen ışığın enerjisinin iş fonksiyonundan daha büyük olması gerektiği söylenmişti. Bu durumda  $\nu_0$  iş frekansı olmak üzere iş fonksiyonu (eşik enerjisi):

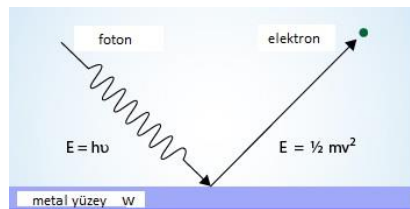
$$W = h\nu_0$$

ile verilir Fotoelektrik olayda  $\nu$  frekansına sahip ışık demetini oluşturan  $h\nu$  enerjisi taşıyan fotonlar ışığa duyarlı bir metal yüzey üzerine düşürüldüklerinde her bir foton metal yüzeyinde bulunan bir elektron ile etkileşir ve elektron, fotonun  $h\nu$  enerjisini soğurur. Bu enerjiyi alan elektron, eğer enerji yeterli ise yüzeyden kopabilmek için iş fonksiyonu kadar enerji harcayarak serbest hale geçer. Geriye kalan enerji foto elektronun kinetik enerjisi olur. Bu teorik açıklamanın matematiksel denklemi aşağıdaki gibidir:

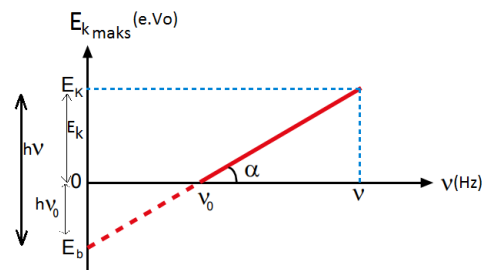
$$K_{maks} = e \cdot V_0 = \frac{1}{2}m \cdot v_{maks}^2 = h\nu - h\nu_0$$

$$h\nu = K_{maks} + h\nu_0$$

Burada  $v_{maks}$  kopan fotoelektronların ulaşabilecekleri maksimum hız büyüklüğüdür.



**Şekil 9: Fotoelektrik olay şeması.**



**Şekil 10: Fotoelektrik olay denkleminin grafiği.**

Şekil 10'da verilen fotoelektrik olay denkleminin grafiği verilmektedir. Bu grafiğin eğimi  $\tan\theta = \frac{eV_0}{\nu - \nu_0} = h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  olur ve bu grafik yardımı ile Planck sabitinin ispatı yapılabilmektedir.

Fotoelektrik olay özetlenecek olursa;  $\nu$  frekansına sahip tek renkli ışık metal elektrota düşer. Bu ışığı oluşturan fotonlar metal üzerindeki tek bir elektron ile etkileşir. Fotonun  $h\nu$  enerjisi bu metal elektrot üzerindeki elektronların metal yüzeye tutunmalarını sağlayan  $h\nu_0$  iş fonksiyonundan (bağlanma enerjisi) daha büyük ise yüzeyden foto elektronlar kopar.

Gelen fotonun  $h\nu$  enerjisini alan foto elektron, metal yüzeyden kopabilmek için bu enerjinin  $h\nu_0$  kadarını harcar. Geriye kalan enerji foto elektronun kinetik enerjisi olur. Görüldüğü gibi fotoelektrik olay klasik teori ile açıklanamadı ve fotoelektrik olayın açıklanmasında kilidi çözen nokta Planck'ın önerdiği  $E = h\nu$  formülü oldu.

### Örnek 1

Bir fotoelektrik olayda E enerjili fotonlar, bağlanma enerjisi 3 eV olan K metaline ve bağlanma enerjisi 5 eV olan L metaline düşürülüyor. K'den sökülen elektronların maksimum kinetik enerjisi  $E_K$ , L'den sökülen elektronlarınkı de  $E_L$  oluyor.  $E_K = 2E_L$  olduğuna göre E kaç eV'tur.

### Örnek 2

Bir fotoelektrik olayı deneyinde, eşik frekansı  $2\nu$  olan metalin üzerine  $3\nu$  frekanslı fotonlar düşürüldüğünde sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi  $E_1$  oluyor. Başka bir deneyde, eşik frekansı  $3\nu$  olan bir metal üzerine  $5\nu$  frekanslı fotonlar düşürüldüğünde sökülen foto elektronların maksimum kinetik enerjisi  $E_2$  oluyor. Buna göre  $\frac{E_1}{E_2}$  oranı kaçtır?

### PROBLEMLER

- 1) Fotoelektrik olayda aşağıda verilen ifadelerin bağlı oldukları değişkeni ve bu değişkenle arasındaki ilişkiyi yanlarına kısaca açıklayınız.
  - A) Devreden geçen akım:
  - B) Foto elektronların maksimum kinetik enerjisi:
  - C) İş fonksiyonu:

2)

| Kaynak | Akım | Durdurucu Potansiyel |
|--------|------|----------------------|
| K      | 3i   | 2V                   |
| L      | i    | V                    |
| M      | 5i   | 2V                   |

Bir fotosel üzerine K, L ve M ışık ışınlarının fotoelektrik devrede oluşturdukları akım büyüklükleri ile söktükleri foto elektronlar için kesme potansiyelleri yandaki tabloda verilmiştir. Buna göre ışık ışınların dalga boylarını sıralayınız. Cevabınızı açıklayınız.

3) Ali aynı fotosel üzerine K ve L el fenerlerinden yolladığı ışıkların söktükleri foto elektronları ve fotoelektrik devrede oluşan akımı incelediğinde iki ışık kaynağının da aynı akım değerinde olduğunu ve K el fenerinin söktüğü foto elektronların daha hızlı olduğunu gözlemiştir. Buna göre aşağıda verilen yargılardan doğru olanın yanına "D" yanlış olanın yanına "Y" yazınız. (frekans değişiminin şiddeti etkilemediğini varsayınız)

(.....) K el fenerinin ışık şiddeti ile L el fenerinin ışık şiddeti bir birlerine eşittir.

(.....) K el fenerinin söktüğü foto elektronların maksimum kinetik enerjileri L el fenerinin söktüğü foto elektronların maksimum kinetik enerjilerine eşittir.

(.....)  $\lambda_K = \lambda_L$

(.....) K el fenerinden yolladığı ışık mavi renkli, L el fenerinin yolladığı ışık kırmızı renkli olabilir.



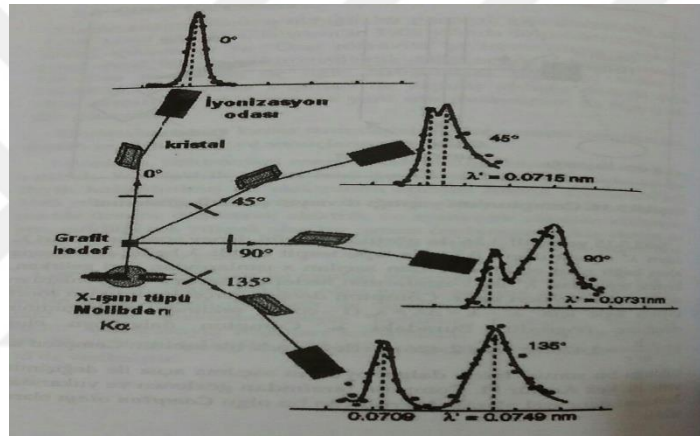
(.....) L'den yollanan ışığın söktüğü foto elektronları durdurmak için uygulanması gereken potansiyel K'den yollanan ışığın söktüğü foto elektronları durdurmak için uygulanması gereken potansiyelden daha büyüktür.

## COMPTON SAÇILMASI

### COMPTON DENEYİ

Işğın kuantumlanmış olduğu, bir parçacık gibi davrandığı yavaş yavaş kabul edilirken foton olarak bilinen elektromanyetik dalga enerji paketinin momentumunun ne olacağı tartışılmaya başladı. 1923 yılında Arthur Compton ve arkadaşlarının deneysel düzeneğinde hedef madde olan grafit üzerine x-ışınları göndermişlerdir. Bu ışınlar grafit üzerinde durgun kabul edilen elektronlarla etkileştikten sonra grafit üzerinden saçılan ışının şiddetini ve dalga boyunu detektör ile gözlemişlerdir.

Compton x-ışınlarının elektronlardan saçılmasını incelemek amacı ile yaptığı çalışmasında gözlemlediğı sonuçların klasik dalga teorisi ile açıklanamayacağını fark etti. Compton bu deney bulgularında şekil 11'de görüldüğü gibi saçılan ışınların, gönderilen ışınlardan daha büyük daha büyük dalga boyuna sahip olduğunu gözlemledi. Aynı zamanda saçılma açısı büyüdükçe, saçılan ışğın dalga boyunun büyüdüğünü gördü. (Saçılma her yöne gerçekleşmektedir. Detektör ile belli bir bölgeye saçılan fotonlar gözlenmektedir. Yani saçılma açısı olan  $\theta$  dedektörün bulunduğu konum ile fotonların saçıldığı kristal arasındaki açıdır.)



Şekil 11: Compton ve arkadaşlarının yaptığı deney sonuçları. Burada  $\lambda$  gelen ışğın dalga boyu,  $\lambda'$  saçılan ışğın dalga boyudur.

### COMPTON SAÇILMASI HAKKINDAKİ AÇIKLAMALAR

#### a) Klasik Açıklama ve Deneysel Bulgular

Compton saçılması klasik teoriye göre şöyle açıklanır:

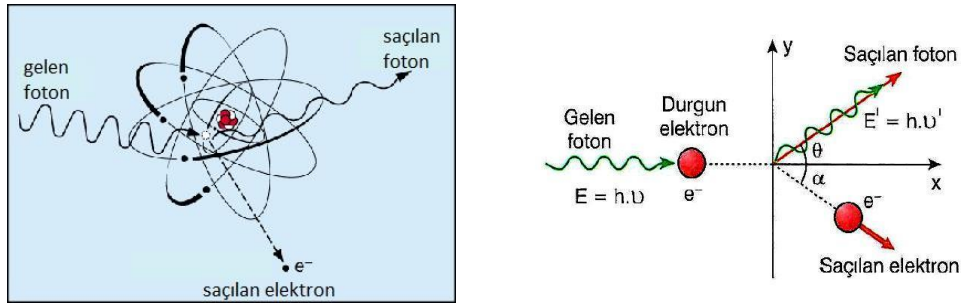
- $\nu$  frekanslı elektromanyetik dalgalar elektron üzerine düştüğünde elektronlar elektromanyetik dalganın ilerleme doğrultusunda ivmelenir.
- Elektron üzerinden saçılan dalganın dalga boyu gelen ışğın dalga boyuna eşit olur.
- Compton'un yaptığı deneyde elde ettiğı bulgular ise;
- Foton-elektron çarpışmasından sonra elektron gelen ışıma doğrultusu ile  $\propto$  açısı yapacak şekilde saçılır.
- Elektron üzerinden saçılan dalganın dalga boyu gelen ışınların dalga boyundan daha büyüktür

Compton deneysel bulgular ile teori arasındaki bu uyumsuzluğu Planck'ın öne sürdüğü ve Einstein'ın geliştirdiğı fikir olan, fotonları dalga olarak değil de  $h\nu$  enerjili paacıklar olarak düşünme fikri ile çözebileceğini düşünmüştür.  $E_k$  olarak fotonları bu enerji yanında  $\frac{h\nu}{c}$  veya  $\frac{h}{\lambda}$  momentumlu nokta parçacıklar olarak düşünerek ve her bir foton-elektron çarpışmasında enerji ve momentumun korunduğunu varsayarak açıklayabileceğini fark etmiştir.

#### b) Compton Açıklaması

Compton x-ışını kuantumu elektron ile inelastik (esnek olmayan) olarak çarpışır ve elektrona enerjisi ile birlikte momentumunu da aktarır. Bu elektron gelen ışını bazı belirli yönlerde saçır. Saçılan elektronun bir anlık itme alması sonucu x-

ışını kuantumunun (fotonunun) yönü değişeceğinden momentumu da değişir. Elektronun kazanacağı kinetik enerjiden dolayı saçılan ışığın enerjisi gelen ışığın enerjisinden küçük olur. Fotonun parçacık gibi davrandığını ve başlangıçta durgun olan bir serbest elektron ile esnek çarpıştığını varsayarak enerji ve momentum korunumu formüllerini kullanarak Compton Kayma Eşitliği türetilir.



Şekil 12: Fotonun durgun bir elektron üzerinden saçılması.

Enerjinin korunumu:

$$h\nu = h\nu' + \frac{1}{2}m.v^2$$

Momentumun korunumu:

- x eksenine için:  $\frac{h\nu}{c} = P_e \cos\alpha + \frac{h\nu'}{c} \cos\theta$
- y eksenine için:  $0 = P_e \sin\alpha - \frac{h\nu'}{c} \sin\theta$

Bu üç formülü bir araya getirip işlem yaparsak Compton dalga boyu değişim denkleminde ulaşabiliriz. Bu eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$$

Burada  $\frac{h}{m_0c}$  bir sabittir, değeri  $0,0242 \times 10^{-10}$  'dur. Bu sabite Compton Dalga boyu denir.

Denklemden görüldüğü gibi dalga boyundaki değişim sadece  $\theta$ 'ya bağlıdır. Compton farklı açılar için  $\lambda = 0,709 \times 10^{-10}m$  dalgaboylu x-ışını ile saçılmayı tekrarlamış, yandaki grafiğe ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmıştır:

- $\theta = 0^\circ$  olduğu durumda gelen foton ile saçılan foton aynı dalga boyu değerine sahip oluyor. Bu durumda foton elektronla etkileşmemiştir diyebiliriz.
- $\theta = 90^\circ$  olduğu durumda  $\cos 90 = 0$  olduğundan dalga boyu farkı Compton Dalga boyu'na eşit olmaktadır.
- $\theta = 180^\circ$  olduğu durumda ise dalga boyu farkı maksimum değerinde olur. Bu durumda saçılan fotonun dalga boyu alabileceği en büyük değeri alır. Bu durumda enerji değişimi maksimumdur.

Compton olayı özetlenecek olursa; foton, durgun elektron ile çarpışır. Bu çarpışma esnek olmayan bir çarpışmadır. Yani foton ile elektron etkileşime geçer(birleşir). Ardından elektron üzerinden foton saçılır. Saçılan bu fotonun dalga boyu gelen fotonun dalga boyundan daha büyük olmaktadır. Bunun yanında gelen fotonun dalga boyuyla saçılan fotonun dalga boyu arasındaki fark yalnızca saçılma açısına bağlı olmaktadır.

### PROBLEMLER

- 1) Dalga boyu  $0,110 \text{ nm}$  olan bir foton durgun bir elektron ile çarpışıyor. Çarpışmadan sonra elektron fotonun geliş doğrultusunda, foton ise zıt yönde hareket ediyor. Elektronun momentum ve kinetik enerjisini bulunuz.

- 2) Compton Saçılması olayı için aşağıda verilen yargılardan doğru olanın yanına “D”, yanlış olanın yanına “Y” yazınız.
- (.....) Saçılan fotonun hızı gelen fotonun hızından büyüktür.
- (.....) Saçılan fotonla saçılan elektronun momentum vektörlerinin toplamı ilk durumda gelen fotonun momentum vektörüne eşittir.
- (.....) Gelen fotonun enerjisi, saçılan elektron ile saçılan fotonun enerjileri toplamına eşittir.
- (.....) Fotonun frekansı saçılmadan önce ve sonra aynı değerdedir.
- (.....) Fotonun dalga boyundaki değişim yalnızca saçılma açısına bağlıdır.
- (.....) Foton ile durgun elektron elastik çarpışma yapar

## EK-6

## KFYKAT GELİŞTİRİLMESİ ETİK İZİN RAPORU



T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ  
ETİK KURULU KARARI



TOPLANTI TARİHİ : 25/12/2017  
TOPLANTI SAYISI : 13

**KARAR-11:-**

Prof.Dr.Mustafa EROL'un, danışmanı olduğu Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı 2016950077 numaralı öğrencisi Atakan ÇOBAN'ın tezi kapsamında gerçekleştireceği veri toplama araçlarının gecerlik-güvenirlik çalışmasına yönelik 12/12/2017 tarihli dilekçesi ve ekleri görüldü.

**Yapılan görüşmeler sonucunda,**

Prof.Dr.Mustafa EROL'un danışmanlığında, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı 2016950077 numaralı öğrencisi Atakan ÇOBAN'ın "Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yönteminin Kuantum Fiziği 'Klasik Fiziğin Yetersizlikleri' Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması" konulu tez çalışması kapsamında;

- "Klasik Fiziğin Yetersizlikleri Kavramsal Anlama Testi"ne ilişkin gecerlik-güvenirlik çalışması yapılmasının etik açıdan uygunluğuna,
- Elde edilecek sonuçlar ile birlikte asıl uygulama için Enstitü Müdürlüğüne yeniden başvurulmasına,

kararın gereği için izin talep edilen kuruma, bilgi için tez danışmanına bildirilmesine oy birliği ile karar verildi.

ASLI GİRİDİR  
Doç.Dr. Bahar BARAN  
Enst. Mül. Yrd.  
02-01-2018

|                                           |                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <br>Doç.Dr. Bahar BARAN<br>(BAŞKAN)       |                                              |
| <br>Doç.Dr. Berna CANTÜRK GÜNHAN<br>(ÜYE) | <br>Doç.Dr. Banu ÇULHA ÖZBAŞ<br>(ÜYE)        |
| <br>Yrd.Doç.Dr. Sermin BİL. EN<br>(ÜYE)   | <br>Yrd.Doç.Dr. Hadiye KÜÇÜKKARAGÖZ<br>(ÜYE) |

Uğur Mumcu Cad. 135 Sk. No:5 35380 Buca/İZMİR  
Telefon: +90(232)440 09 08 – 440 09 11 Faks: +90 (232) 420 60 45  
e-posta: egitimbil.kurul@deu.edu.tr İnternet Adresi: http://ebe.deu.edu.tr/



## EK-7

## PROBLEME DAYALI ÖĞRETİMDE ÖĞRENCİ MATERYALLERİ

## SİYAH CİSİM IŞIMASI

Grup Numarası:

Grup Üyeleri:

Tarih: ...../...../.....

**Asama 1:** Senaryoyu okuyarak verilen sorulara ön bilgilerinize dayanarak cevap veriniz.

1900'lü yılların başlarında karlı bir kış gününde babaları bilim adamı olan iki kardeş Altay ve Niyazi, sıcak demirci atölyesinde demirlere şekil veren amcalarını izlemekteydiler. Bu sırada yanlarına babaları da gelmiş ve yeni aldığı kızılötesi kamerayı onlara göstermek istemiştir. Sırayla iki kardeş kamerayı takip etrafılarına baktıklarında, çıplak gözle görülenin dışında, ateşten yeni alınmış demirin parlak sarı renkte, kenarda duran demirin hafif kırmızı renkte ve dışarıdaki kar kütlelerinin soluk mavi renkte ışık saçtığını görmüşlerdir.

Bunun şaşkınlığını yaşarlarken amcaları yanmakta olan ateşin içerisine atması gerekenden daha fazla kömür atmış ve bu yüzden fırın çok sıcak olmaya başlamıştır. Bu fırının içerisinde demirler olduğunu gören babaları, Altay ve Niyazi'ye bir süre sonra o demirin çok yüksek sıcaklığa sahip olacağını, etrafa yüksek enerjili, insan gözüne acı veren zararlı ışık saçacağını söylemiştir. Bu yüzden onları fırının yakınından uzaklaştırmak istemiştir. Babalarının bu tavrı iki kardeşle korku ve merak duygusu uyandırmış ve bulundukları yerden sürekli fırın içerisindeki demiri gözlemeye başlamışlardır. Bir süre sonra demirin yaydığı ışık artmış ancak babalarının söylediği gibi gözleri acıtmamıştır. İki kardeş bunun üzerine babalarına demirin yaydığı ışığın gözlerini acıtmadığını aksine beyaz renkli gün ışığı gibi olduğunu söylemiştir.

Bunu kontrol eden babaları demirin yaydığı ışığın gerçekten de çocuklarının söylediği gibi zararsız beyaz ışık olduğunu görünce olan bitene anlam verememiştir...

- 1) Sizce bu senaryoda hangi olaydan/olaylardan bahsedilmektedir?
- 2) Senaryoda bahsedilen olayların açıklanmasında hangi fizik yasalarından yararlanılabilir?
- 3) Babalarının olan bitene anlam verememe nedeni ne olabilir? Hipotezlerinizi yazınız.
- 4) 2. ve 3. bölümlerde ortaya attığınız hipotezleri test etmek için ne gibi bilgiler öğrenmelisiniz?

**Asama 2:** Dilediğiniz kaynağı kullanarak belirlediğiniz probleme çözüm olabilecek bilgileri araştırınız ve alt bölüme yazınız.



## FOTOELEKTRİK OLAY

Grup Numarası:  
Grup Üyeleri:

**Asama 1:** Senaryoyu okuyarak verilen sorulara ön bilgilerinize dayanarak cevap verin.



1900'lü yılların başında Fizikçi Emine laboratuvarında zıt işaretli yüklü iki demir küre (biri + biri - yüklü) arasındaki elektriksel boşalmanın(kıvılcım atlamasının) uzaklıkla değişimini incelemek üzere hazırladığı deney düzeneği üzerinde çalışmaktaydı. Yüklü küreler arasındaki mesafeyi en küçükten itibaren artırarak kıvılcım atlamalarını gözliyordu.

Metaller arasındaki mesafe 15 cm olduğunda herhangi bir kıvılcım atlamasının olmadığını gözlemiş ve o anda laboratuvarındaki elektrikler kesilmiştir. Ortalık zifiri karanlık iken hemen elinin altında bulunan farklı renkte ışıklar saçan el fenerine uzanmış ve laboratuvarı aydınlatmak için el fenerinden çıkan ışığın rengini mor yaparak mum aramaya koyulmuştur. Mum araması esnasında el fenerinin '-' yüklü demir küreye doğrultulması sonucu aniden küreler arasında beklenmediği bir kıvılcım atlaması gözlemiştir. Normalde bu mesafede herhangi bir elektriksel kıvılcım atlaması olmadığını bildiği için meydana gelen olayın nedenlerini merak etmeye başlamıştır. El fenerini bu durumda '+' yüklü küreye tuttuğunda ise herhangi bir kıvılcım atlamasının olmadığını gözlemiştir.

Daha sonra el fenerinden çıkan ışığın rengini kırmızı yaptığında kıvılcım atlamasının gerçekleşmediğini gözlemiştir. Bu daha da ilgisini çekmiştir. Karşılaştığı farklı sonuçlar Emine'yi çok heyecanlandırmıştır.

Daha sonra '-' yüklü demir küre üzerine aynı anda her iki fenerin mor ışığını tutmuş ve o an tek ışık kullandığında oluşana aynı hızda ama daha büyük bir kıvılcım atlaması olduğunu, her iki fenerin kırmızı ışığını aynı anda tuttuğunda ise yine atlama olmadığını gözlemiştir. Son olarak aynı işlemleri aynı büyüklükteki iki alüminyum küre ile tekrarlamıştır. Bu deneme sonucunda demir küre kullandığında gözlemediği kıvılcım atlaması ile alüminyum küre kullandığında gözlemediği kıvılcım atlamasının farklı özelliklere sahip olduğunu görmüştür.

Konu hakkında araştırma yaptığında karşılaştığı sonuçları o zamana kadar ortaya konulan fizik yasaları ile doğru olarak açıklamasının mümkün olmadığını fark etmiştir.

- 1) Sizce buradaki olay/olaylar nedir?
- 2) Normalde herhangi bir kıvılcım atlamasının beklenmediği durumda ne zaman bir atma oluşmuştur?
- 3) - levhada atma gözlenirken + levhada neden gözlenmemektedir?
- 4) Mor renkte kıvılcım atlaması olurken nasıl olur da kırmızı renkte olmamaktadır?
- 5) İki el fenerini aynı anda kullanarak metal küre üzerine mor ışık gönderdiğinde neden daha büyük bir kıvılcım atlaması meydana gelmiştir?

**Asama 2:** Dilediğiniz kaynağı kullanarak belirlediğiniz probleme çözüm olabilecek bilgileri araştırınız ve alt bölüme yazınız.

## COMPTON SAÇILMASI

Grup Numarası:

Grup Üyeleri:

**Asama 1:** Senaryoyu okuyarak verilen sorulara ön bilgilerinize dayanarak cevap veriniz.



1920'li yıllarda çok yakın iki arkadaş, zeki ve meraklı çocuklar olan Atalay ve Zeynep bir gece Zeynep'in evinde bilyelerle oyun oynuyorlarken Atalay cebinden babasının kendisine yeni hediye ettiği yeşil renk saçan lazeri çıkardı.

Işıkların kızılötesi gözlük kullanılarak daha ayrıntılı görülebileceğini bilen çocuklar bu yeşil ışığı kızıl ötesi gözlük kullanarak gözlemlediklerinde ne olacağını merak ettiler. Zeynep hemen teknolojiye ve bilime meraklı olan babasının odasından iki tane kızıl ötesi gözlük alıp geri geldi. Her ikisinde de kızıl ötesi gözlük takılı lazer ile oynadıkları sırada lazer kaynaktan çıkan ışığın yerdeki metal bilyeye geldiği zaman bilye üzerinden her yöne ışık saçıldığını fark ettiler ve bu duruma çok şaşırdılar. Çocukların şaşkın bağrıışmalarını duyan Zeynep'in babası hemen odaya geldi ve ne olduğunu sordu. Durumu öğrendikten sonra aşına olduğu bir konunun söz konusu olduğunu anladı ve çocuklara açıklama yaparak "Evet çocuklar ışık bilyede bulunan durgun elektronlarla çarpışıp saçılmaya uğruyor ve bilyeden etrafa yine aynı renkte ışıklar saçılıyor." dedi. Babası lafını bitirir bitirmez "Ama baba bilye üzerinden saçılan ışıklar farklı renklerdeydi!" dedi heyecanla.

Duydukları karşısında baba da heyecanlanmış ve bu durumu daha ayrıntılı bir şekilde gözlemlemek istemiştir. İki arkadaş ve baba bu kez sistematik bir şekilde, Atalay yeşil lazer kaynağı bilyenin yan bölümüne tutarken Zeynep ve babası kızılötesi kamerayla bilyeden saçılan ışıkların farklı yerlerden bakıldığı zaman nasıl görüldüğünü incelemeye başladılar.

Bilyeye, Atalay'ın lazeri tuttuğu noktayla; yaklaşık 90 derece yapacak şekilde tam üst noktadan baktıklarında saçılan ışığın renginin sarıya yakın bir renk, yaklaşık 150 derece yapacak şekilde baktıklarında saçılan ışığın kırmızıya yakın bir renkte olduğunu görmüşlerdir. Zeynep'in babası gerçekten de saçılan ışığın renginin baktığı noktaya göre değiştiğini görünce büyük bir şaşkınlık yaşadı.

Bu gözlemleri üzerine o zamana kadar doğru kabul ettiği bilgilerde bir yanlışlık olduğunu kabul etmiş ve araştırmalar yapmaya başlamıştır.

- 1) Buradaki olaylar nelerdir?
- 2) Yansıyan ışınların rengi bakılan konuma göre neden değişmektedir? Hipotezlerinizi yazınız.
- 3) Yaklaşık 90 dereceyle bakıldığı zaman saçılan ışığın renginin sarıya yakın ve yaklaşık 150 derece ile bakıldığı zaman saçılan ışığın kırmızıya yakın olma nedeni ne olabilir?
- 4) Zeynep'in babasının o zamana kadar doğru kabul ettiği bilgiler ne olabilir? Bu bilgilerdeki yanlışlıklar neler olabilir?

**Asama 2:** Dilediğiniz kaynağı kullanarak belirlediğiniz probleme çözüm olabilecek bilgileri araştırınız ve alt

## EK-8

## PROBLEME DAYALI ÖĞRETİMDE ÖĞRETMEN MATERYALLERİ

## Siyah Cisim Işıması Konusunun Probleme Dayalı Öğretimi Ders Materyali

## a) Ders Planı

| BÖLÜM I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ders Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Modern Fizik                   |                                                                                                          |
| Sınıf:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Fen Bilgisi 2. Sınıf           |                                                                                                          |
| Ünitenin Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Klasik Fiziğin Yetersizlikleri |                                                                                                          |
| Konu:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Siyah Cisim Işıması            |                                                                                                          |
| Önerilen süre:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 ders saati (90 dk)           |                                                                                                          |
| BÖLÜM II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                                                                                          |
| HEDEF ve HEDEF DAVRANIŞLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                |                                                                                                          |
| <div>1) Termal ışımayı tanımlama</div> <div>2) Hangi maddelerin termal ışıma yaptığını söyleme</div> <div>3) Her ışımanın neden gözle görülmediğini söyleme</div> <div>4) Spektral ışıma gücünü tanımlama</div> <div>5) Spektral ışıma gücü- frekans eğrisini hatırlama</div> <div>6) Toplam ışıma gücünü tanımlama</div> <div>7) Wien Kayma Yasası’nı tanımlama ve yazma</div> <div>8) Stefan-Boltzman kanununu tanımlama ve yazma</div> <div>9) Kaviteyi tanımlama</div> <div>10) Rayleigh- Jeans Yasasını tanımlama</div> <div>11) Mor Ötesi Felaket’i tanımlama</div> <div>12) Siyah cisim ışımasının klasik fizik ile açıklanamamasının nedenini özetleme</div> <div>13) Planck’ın önerdiği formülü tanımlama</div> <div>14) Planck hipotezi ile deneysel verileri karşılaştırma</div> <div>15) Planck postülalarını söyleme</div> <div>16) Moleküllerin sahip olduğu enerji formülünü yazma</div> <div>17) Klasik bakış ile Planck hipotezi arasındaki farkı söyleme</div> <div>18) Kuantum(foton) kavramını tanımlama</div> |                                |                                                                                                          |
| Ünite Kavramları:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                | Termal ışıma, spektral ışıma gücü, toplam ışıma gücü, kavite, kavite radyasyonu, kuantum, planck sabiti. |
| Öğretim modeli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                | 5E modeli                                                                                                |
| Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                | Anlatım, tartışma, örnek olay, problem çözme, grup çalışması                                             |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve kaynakça                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Öğretmen                       | Görsel video ve problem dayalı öğretim yöntemi senaryoları                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Öğrenci                        | Kaynak kitap, kalem, internet.                                                                           |
| Öğretme- Öğrenme Etkinlikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Sözel-Dilsel                   | Konu ile ilgili problem dayalı öğretim senaryoları okunacak ve ilgili videolar izletilecek.              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Uygulama                       | Senaryolarda yer alan problemlere çözümler düşünülecek ve kaynaklar taranacak.                           |



|                           |                     |                                                                                                                        |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | Tetikleyici sorular | Senaryo içerisinde günlük hayattan merak uyandırıcı problemler.                                                        |
|                           | İçsel- Bireysel     | Problem ne? Olası çözüm ne olabilir? Doğru çözümü bulabilmek için ne öğrenmeliyiz? gibi sorularla süreç kontrol edilir |
| <b>Süre ayarlanması :</b> |                     |                                                                                                                        |
| 1. İlgi çekmek : 5 dk     |                     |                                                                                                                        |
| 2. Keşif : 10 dk          |                     |                                                                                                                        |
| 3. Açıklama: 40 dk        |                     |                                                                                                                        |
| 4. Detaylandırma : 25 dk  |                     |                                                                                                                        |
| 5. Değerlendirme: 10 dk   |                     |                                                                                                                        |

**b) Ders Uygulaması:**

**1. İlgi Çekmek (engagement):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile alakalı ilgilerini çekecek video izletilir ve öğrencilere konu ile alakalı bir problem cümlesi sorularak cevap vermeleri istenir.

**2. Keşif (Exploration):**

Bu aşamada öğrencilere aşağıdaki senaryo verilir ve sorulara cevap vermeleri istenir. Öğrencilerden kendi aralarında beyin fırtınaları yaparak ve önceki bilgilerine dayanarak problemi belirlemeleri istenir.

**3. Açıklama (Explanation):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile ilgili kaynak verilir ve önceki aşamada belirledikleri probleme cevap bulmaları istenir. Grup içerisindeki öğrenciler beyin fırtınaları yaparak ve çözümlerini tartışarak grup için ortak bir çözüm oluştururlar.

**4. Detaylandırma (Elaboration):**

Sırayla tüm sorular için gruplar çözümlerini anlatır ve bütün gruplar birlikte doğru çözümün ne olacağını tartışır.

**5. Değerlendirme (Evaluation):**

Yönlendirici konuyu açıklar ve sonuca bağlar. Konu ile alakalı sorular çözer.

## Fotoelektrik Olay Konusunun Probleme Dayalı Öğretimi Ders Materyali

### a) Ders Planı

| BÖLÜM I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                       |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dersi Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Modern Fizik                                                                                                          |                                                                                             |
| Sınıf:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Fen Bilgisi 2. Sınıf                                                                                                  |                                                                                             |
| Ünitenin Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Klasik Fiziğin Yetersizlikleri                                                                                        |                                                                                             |
| Konu:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fotoelektrik olay                                                                                                     |                                                                                             |
| Önerilen süre:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 ders saati (90 dk)                                                                                                  |                                                                                             |
| BÖLÜM II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                       |                                                                                             |
| HEDEF ve HEDEF DAVRANIŞLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |                                                                                             |
| 1) Fotoelektrik olayı tanımlama<br>2) Fotoelektrik olayın gözlemlendiği devreyi tanımlama<br>3) Düz bağlı devreyi tanımlama<br>4) Ters bağlı devreyi tanımlama<br>5) Durdurucu potansiyeli tanımlama<br>6) Fotoelektrik olayın klasik açıklamasını tanımlama<br>7) Fotoelektrik olayın deneysel bulgularını tanımlama<br>8) Fotoelektrik olay için Einstein'ın açıklamalarını tanımlama<br>9) Eşik frekansı tanımlama<br>10) Fotoelektronların kinetik enerji denklemini tanımlama<br>11) Gelen ışığın şiddeti ile devreden geçen akım arasındaki ilişkiyi söyleme<br>12) Gelen ışığın frekansı ile foto elektronların kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi söyleme<br>13) Metalin iş fonksiyonu ile foto elektronların kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi söyleme<br>14) Durdurucu potansiyel ile elektronun maksimum kinetik enerjisi arasındaki ilişkiyi söyleme<br>15) Işığın frekansı ile durdurucu potansiyel arasındaki ilişkiyi söyleme<br>16) Potansiyel fark ile akım arasındaki ilişkiyi grafik üzerinden gösterme<br>17) Fotoelektrik olayı, klasik açıklamasını, deneysel bulgularını ve Einstein açıklamalarını özetleme |                                                                                                                       |                                                                                             |
| Ünite Kavramları:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Foto elektron, ters bağlı, düz bağlı, durdurucu potansiyel, iş fonksiyonu, eşik frekansı, fotoelektrik olay denklemi. |                                                                                             |
| Öğretim modeli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5E modeli                                                                                                             |                                                                                             |
| Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Anlatım, tartışma, örnek olay, problem çözme, grup çalışması                                                          |                                                                                             |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve kaynakça                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Öğretmen                                                                                                              | Görsel video ve probleme dayalı öğretim yöntemi senaryoları                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Öğrenci                                                                                                               | Kaynak kitap, kalem, internet.                                                              |
| Öğretme- Öğrenme Etkinlikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Sözel-Dilsel                                                                                                          | Konu ile ilgili problem dayalı öğretim senaryoları okunacak ve ilgili videolar izletilecek. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Uygulama                                                                                                              | Senaryolarda yer alan problemlere çözümler düşünülecek ve kaynaklar taranacak.              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tetikleyici sorular                                                                                                   | Senaryo içerisinde günlük hayattan merak uyandırıcı problemler.                             |

|                           |                 |                                                                                                                        |
|---------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | İçsel- Bireysel | Problem ne? Olası çözüm ne olabilir? Doğru çözümü bulabilmek için ne öğrenmeliyiz? gibi sorularla süreç kontrol edilir |
| <b>Süre ayarlanması :</b> |                 |                                                                                                                        |
| 1. İlgi çekmek : 5 dk     |                 |                                                                                                                        |
| 2. Keşif : 10 dk          |                 |                                                                                                                        |
| 3. Açıklama: 40 dk        |                 |                                                                                                                        |
| 4. Detaylandırma : 25 dk  |                 |                                                                                                                        |
| 5. Değerlendirme: 10 dk   |                 |                                                                                                                        |

**b) Ders Uygulaması:**

**1. İlgi Çekmek (engagement):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile alakalı ilgilerini çekecek video izletilir ve öğrencilere konu ile alakalı bir problem cümlesi sorularak cevap vermeleri istenir.

**2. Keşif (Exploration):**

Bu aşamada öğrencilere aşağıdaki senaryo verilir ve sorulara cevap vermeleri istenir. Öğrencilerden kendi aralarında beyin fırtınaları yaparak ve önceki bilgilerine dayanarak problemi belirlemeleri istenir.

**3. Açıklama (Explanation):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile ilgili kaynak verilir ve önceki aşamada belirledikleri probleme cevap bulmaları istenir. Grup içerisindeki öğrenciler beyin fırtınaları yaparak ve çözümlerini tartışarak grup için ortak bir çözüm oluştururlar.

**4. Detaylandırma (Elaboration):**

Sırayla tüm sorular için gruplar çözümlerini anlatır ve bütün gruplar birlikte doğru çözümün ne olacağını tartışır.

**5. Değerlendirme (Evaluation):**

Yönlendirici konuyu açıklar ve sonuca bağlar. Konu ile alakalı sorular çözer.

## Compton Saçılması Konusunun Probleme Dayalı Öğretimi Ders Materyali

### a) Ders Planı

| BÖLÜM I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                             |                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dersi Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Modern Fizik                                                                                                |                                                                                                                        |
| Sınıf:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Fen Bilgisi 2. Sınıf                                                                                        |                                                                                                                        |
| Ünitenin Adı:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Klasik Fiziğin Yetersizlikleri                                                                              |                                                                                                                        |
| Konu:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Compton Saçılması                                                                                           |                                                                                                                        |
| Önerilen süre:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 ders saati (90 dk)                                                                                        |                                                                                                                        |
| <b>BÖLÜM II</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                             |                                                                                                                        |
| <b>HEDEF ve HEDEF DAVRANIŞLAR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                             |                                                                                                                        |
| 18) Compton'un yaptığı deneyi tanımlama<br>19) Compton saçılmasında momentum korunumunu tanımlama<br>20) Compton saçılmasında enerji korunumunu tanımlama<br>21) Compton denklemini tanımlama<br>22) Compton saçılması ile ilgili klasik açıklamayı tanımlama<br>23) Compton saçılması ile ilgili deneysel bulguları tanımlama<br>24) Saçılan fotonun saçılma açısı ve gelen dalgaının dalga boyu ile saçılan dalgaının dalga boyu arasındaki ilişkiyi söyleme<br>25) Klasik açıklama ile açıklanamayan yerleri yazma<br>26) Klasik açıklama ile deneysel bulguları karşılaştırma<br>27) Klasik açıklama ile Compton açıklamalarını karşılaştırma<br>28) Compton'un açıklamaları ile deneysel bulguları karşılaştırma<br>29) Compton saçılmasını özetleme |                                                                                                             |                                                                                                                        |
| Ünite Kavramları:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Compton dalga boyu, saçılan foton, saçılan elektron , fotonun momentumu, momentum korunumu, enerji korunumu |                                                                                                                        |
| Öğretim modeli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5E modeli                                                                                                   |                                                                                                                        |
| Öğretme-Öğrenme- Yöntem ve Teknikleri:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Anlatım, tartışma, örnek olay, problem çözme, grup çalışması                                                |                                                                                                                        |
| Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç, Gereçler ve kaynakça                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Öğretmen                                                                                                    | Görsel video ve problem dayalı öğretim yöntemi senaryoları                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Öğrenci                                                                                                     | Kaynak kitap, kalem, internet.                                                                                         |
| Öğretme- Öğrenme Etkinlikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Sözel-Dilsel                                                                                                | Konu ile ilgili problem dayalı öğretim senaryoları okunacak ve ilgili videolar izletilecek.                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Uygulama                                                                                                    | Senaryolarda yer alan problemlere çözümler düşünülecek ve kaynaklar taranacak.                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Tetikleyici sorular                                                                                         | Senaryo içerisinde günlük hayattan merak uyandırıcı problemler.                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | İçsel- Bireysel                                                                                             | Problem ne? Olası çözüm ne olabilir? Doğru çözümü bulabilmek için ne öğrenmeliyiz? gibi sorularla süreç kontrol edilir |

|                           |
|---------------------------|
| <b>Süre ayarlanması :</b> |
| 1. İlgi çekmek : 5 dk     |
| 2. Keşif : 10 dk          |
| 3. Açıklama: 40 dk        |
| 4. Detaylandırma : 25 dk  |
| 5. Değerlendirme: 10 dk   |

**b) Ders Uygulaması:**

**1. İlgi Çekmek (engagement):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile alakalı ilgilerini çekecek video izletilir ve öğrencilere konu ile alakalı bir problem cümlesi sorularak cevap vermeleri istenir.

**2. Keşif (Exploration):**

Bu aşamada öğrencilere aşağıdaki senaryo verilir ve sorulara cevap vermeleri istenir. Öğrencilerden kendi aralarında beyin fırtınaları yaparak ve önceki bilgilerine dayanarak problemi belirlemeleri istenir.

**3. Açıklama (Explanation):**

Bu aşamada öğrencilere konu ile ilgili kaynak verilir ve önceki aşamada belirledikleri probleme cevap bulmaları istenir. Grup içerisindeki öğrenciler beyin fırtınaları yaparak ve çözümlerini tartışarak grup için ortak bir çözüm oluştururlar.

**4. Detaylandırma (Elaboration):**

Sırayla tüm sorular için gruplar çözümlerini anlatır ve bütün gruplar birlikte doğru çözümün ne olacağını tartışır.

**5. Değerlendirme (Evaluation):**

Yönlendirici konuyu açıklar ve sonuca bağlar. Konu ile alakalı sorular çözer.

## EK-9

## UYGULAMA ETİK İZİN RAPORU



T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
Buca Eğitim Fakültesi



E-İmzalıdır

Sayı : 85316909-399.99-E.12785  
Konu : Uygulama İzni

09/03/2018

## EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 28.02.2018 tarih ve 514 sayılı yazınız.

Enstitünüzün Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı öğrencisi Atakan ÇOBAN'ın "Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yönteminin Kuantum Fizikî 'Klasik Fizikî Yetersizlikleri' Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması" konulu tez çalışması kapsamında uygulama yapma isteği kendisinin yürütmesi koşuluyla uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Ercan AKPINAR  
Dekan V.

Dokuz Eylül Üniversitesi – Buca Eğitim Fakültesi  
Adres: Uğur Mumcu Cad. 35. Sk. No:5 35150 Buca-İZMİR  
Tel: 90 232 420 48 95 Elektronik Adı: <http://bdf.deu.edu.tr>  
E-posta Adresi: [dokuzeyuluniversitesi@bdf01.deu.tr](mailto:dokuzeyuluniversitesi@bdf01.deu.tr)

Bilgi için İletibacı:  
Murat KORTAR  
Dahili:  
E-Posta: [murat.kortar@deu.edu.tr](mailto:murat.kortar@deu.edu.tr)



Bu belge 2018 yılında hazırlanmış olup, son olarak 2018 yılında 19.03.2018 tarihinde e-imzalanmıştır.  
Bu belge e-imzalandıktan sonra 2018 yılında 19.03.2018 tarihinde e-imzalanmıştır.

Tarih: 09/07/2018

**Tez Başlığı:**

Probleme Dayalı Öğretim (PDÖ) Yönteminin Kuantum Fiziği "Klasik Fiziğin Yetersizlikleri" Konusunun Öğretimi Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 175 sayfalık kısmına ilişkin, 09/07/2018 tarihinde **tez danışmanım tarafından** Dokuz Eylül Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı'nın sağladığı İntihal Tespit Programından (Turnitin-Tez İntihal Analiz Programı) aşağıda belirtilen **filtreleme tiplerinden biri** (uygun olanı işaretleyiniz) uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin **benzerlik oranı %30'dur**.

- <http://www.kutuphane.deu.edu.tr/tr/turnitin-tez-intihal-analiz-programi/> adresindeki Tez İntihal Analiz Programı Kullanım Kılavuzunu okudum ☒

Filtreleme Tipi 1(Maksimum %15) ☐

Filtreleme Tipi 2(Maksimum %30) ☒

|                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,<br><input type="checkbox"/> Kaynakça hariç,<br><input type="checkbox"/> Alıntılar dâhil,<br><input type="checkbox"/> Altı (6) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç. | <input type="checkbox"/> Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,<br><input type="checkbox"/> Kaynakça dâhil,<br><input type="checkbox"/> Alıntılar dâhil. |
| <b>EK 1- İntihal Tespit Programı Raporu İLK SAYFA Çıktısı.</b> <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                           |
| <b>EK 2- İntihal Tespit Programı Raporu (Tümü) Cd İçinde.</b> <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                           |

Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve yukarıda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Adı Soyadı : Atakan ÇOBAN  
Öğrenci No :2016950077  
Anabilim Dalı :Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi  
Programı :Fizik Öğretmenliği  
Statüsü : Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐

**ÖĞRENCİ**

Atakan Çoban  
09/07/2018



**DANIŞMAN**

Prof. Dr. Mustafa Erol  
09/07/2018



**Açıklamalar**

1: Bu formu teslim etmeden önce sizden istenen bilgileri uygun kutucuğu ( ) işaretleyerek doldurunuz.

Kullanıcı şifre vb. konusunda sorun yaşanması durumunda Üniversitemiz Merkez Kütüphanesinde bulunan Turnitin yetkilisine (Ali Taş Tel: +90 (232) 3018026 veya [ali.tas@deu.edu.tr](mailto:ali.tas@deu.edu.tr)) başvurunuz.

2: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu" formu tezin ciltlenmiş ve elektronik nüshalarının içerisinde ekler kısmında yer alır.

3: Tez savunmasında düzeltme alınması durumunda bu form güncellenerek yeniden hazırlanır.

4: Turnitin-Tez İntihal Analiz Programına yükleme yapılırken Dosya Başlığı (document title) olarak **tez başlığının tamamı**, Yazar Adı (author's first name) olarak **öğrencinin adı**, Yazar Soyadı (author's last name) olarak **öğrencinin soyadı** bilgisini yazınız.