



**T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ  
EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**CERN'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR  
DOĞRULTUSUNDA FEN BİLGİSİ  
ÖĞRETMEN ADAYLARININ  
PARÇACIK FİZİĞİ ÜZERİNE  
FARKINDALIKLARI VE BİLGİ  
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**AHMET SALİH ÖĞRETEN**

**FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ TEZLİ YÜKSEK  
LİSANS PROGRAMI**

**ANTALYA 2019**

**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ**  
**ANA BİLİM DALI FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ**  
**TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**CERN'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR DOĞRULTUSUNDA**  
**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PARÇACIK**  
**FİZİĞİ ÜZERİNE FARKINDALIKLARI VE**  
**BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Ahmet Salih ÖĞRETEN

**Danışman:** Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT

Antalya, 2019

## **DOĞRULUK BEYANI**

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakalardan gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanımında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu onurumla doğrularım. Enstitű tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.


10 /04 / 2019


Ahmet Salih ÖĞRETEN


**T.C.**  
**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Ahmet Salih Öğreten 'in bu çalışması 14.05.2019 tarihinde jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programında **Yüksek Lisans Tezi** olarak **oy birliği/oy çokluğu** ile kabul edilmiştir

İMZA

**Başkan** : **Doç.Dr. Sait BULUT**   
(Akdeniz Üniv., Eğitim Fak., Mat. ve Fen Bil. Eğt. Böl.)

**Üye** : **Dr. Öğretim Üyesi Hakan KARAARDIÇ**   
(Alaaddin Keykubat Ü., Eğitim Fak., Mat. ve Fen Bil. Eğt. Böl.)

**Üye (Danışman)** : **Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT**   
(Akdeniz Üniv., Eğitim Fakültesi, Mat. ve Fen Bil. Eğit. Böl.)

**YÜKSEK LİSANS TEZİNİN ADI: CERN'de Yapılan Çalışmalar Doğrultusunda Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Üzerine Farkındalıkları Ve Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi**

**ONAY:** Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun ..... tarihli ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ramazan KARATAŞ

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmama başladığım günden bu zamana kadar bana yol gosteren, desteğini esirgemeyen, kişiliği ve yaptığı çalışmalar ile her zaman örnek alacağım saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT'a sonsuz teőkükürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi birikimlerini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Hakan SERT hocama, Doç. Dr. Sait BULUT hocama, Dr. Öğr. üyesi Hakan KOĞAR hocama çok teőkükür ederim.

Veri toplama aşamasına gönüllü olarak katılan tüm Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. öğrencilerine yardımlarından ötürü teőkükür ederim.

Son olarak bugünlere gelmemde emekleri olan annem ve babama teőkükür ederim.

Ahmet Salih ÖĞRETEN

## ÖZET

# CERN'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR DOĞRULTUSUNDA FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PARÇACIK FİZİĞİ ÜZERİNE FARKINDALIKLARI VE BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖĞRETMEN, Ahmet Salih

Yüksek Lisans, Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü

Danışman: Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT

Mayıs 2019, 70 sayfa

Bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğine ilişkin farkındalıklarını ve bilgi düzeylerini tespit etmektir. Aynı zamanda fen bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğindeki bilgi düzeylerinin yaş aralığı, cinsiyet, sınıf düzeyi ve tercih sırası gibi çeşitli değişkenler açısından incelemesi amaçlanmıştır.

Araştırma modeli ve araştırma deseni olarak sırasıyla Karma Yöntem ve Eş Zamanlı İç İçe Geçmiş desen kullanılmıştır. Bu çalışmaya 2017-2018 eğitim öğretim yılı bahar döneminde (II. Yarıyıl) Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.'nda eğitimine devam eden tüm sınıflar düzeyinde 221 öğretmen adayı katılmıştır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından hazırlanan ve 5 maddeden oluşan Kişisel Bilgi Formu ile Tuzón ve Solbes (2016) tarafından geliştirilen ve 17 açık uçlu sorudan oluşan Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu kullanılmıştır. Uygulama sonucunda elde edilen nitel ve nicel veriler uygun analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Nitel verilerin analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Katılımcılar tarafından verilen cevaplar Tuzón ve Solbes (2016) tarafından hazırlanan yüksek seviye cevap (1 puan), orta seviye cevap (0,5 puan) ve düşük seviye cevap (0 puan) kategorilerine göre düzenlenip frekans-yüzde analizi yapılarak sunulmuştur. Nicel verilerin analizinde istatistik analiz programından yararlanılmıştır. Verilerin normal dağılım şartını sağladığı belirlenmiştir. Daha sonra Bağımsız-Gruplar T Testi ve Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) uygulanarak sonuçlar elde edilmiştir.

Nitel verilerin analizi sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziği hakkındaki farkındalıklarının ve bilgi seviyelerinin sınırlı düzeyde olduğu, bununla birlikte bazı temel fizik düzeyindeki kavramlara ilişkin kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Nicel verilerin analizi sonucunda ise Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan elde ettikleri puanlar ile sınıf düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Bu anlamlı farklılıklar 2. sınıf düzeyi ile 1., 3. ve 4. sınıflar düzeyi arasında olup, 1., 3. ve 4. sınıflar lehine olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** CERN, Parçacık Fiziği, Farkındalık, Bilgi Düzeyi, Fen Eğitimi, Fen Bilgisi Öğretimi

## **ABSTRACT**

### **DETERMINATION OF KNOWLEDGE LEVELS AND AWARENESS ABOUT PARTICLE PHYSICS OF PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS ACCORDING TO STUDIES IN CERN**

ÖĞRETEN, Ahmet Salih

Postgraduate, Department of Science Education

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT

May 2019, 70 pages

The purpose of this study is to determine the awareness and knowledge levels of pre-service science teacher about particle physics. At the same time, it was aimed to examine the knowledge levels of pre-service science teacher on the particle physics in terms of various variables such as age range, gender, class level and order of preference.

As a research model and the research design, the Mixed Method and the simultaneous nested pattern were used respectively. In this study, 221 pre-service teachers from all class level who attend the Department of Science Education, Faculty of Education at Akdeniz University participated in the spring term (second semester) of 2017-2018 academic year.

In this study these data collection tools were used: Particle Physics Information Evaluation Form consisting of 17 open-ended questions which was developed by Tuzón ve Solbes (2016) and Personal Information Form consisting of 5 substances was prepared by the researcher. Qualitative and quantitative data obtained from the application were analyzed with appropriate analysis methods. Descriptive analysis technique was used in the analysis of qualitative data. The answers given by the participants were used by Tuzón ve Solbes (2016) high-level answer (1 point), mid-level answer (0,5 point) and low-level answer (0 point) categories and presented by frequency-percentage analysis. Statistical analysis program was used to analyze the quantitative data. The data were determined to meet the normal distribution



requirement. Then, the results were obtained by applying the Independent-Samples T Test and One Way Anova.

As a result of the qualitative data analysis, it was determined that the pre-service science teachers have limited awareness about particle physics and their sufficient knowledge levels are limited, however, they had misconceptions about some basic physics level concepts. As a result of the quantitative data analysis, a significant difference was found between the scores obtained from the Particle Physics Information Evaluation Form and the class levels. This significant difference was found between 2nd class level and 1st,3rd,4th class level and it was found to be in favor of 1st,3rd,4th class level.

**Keywords:** CERN, Particle Physics, Awareness, Knowledge Level, Science Education, Science Teaching

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

1.1 Problem Durumu.....	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	3
1.3 Araştırmanın Önemi.....	4
1.4 Varsayımlar.....	5
1.5 Sınırlılıklar.....	5
1.6 Tanımlar.....	6

## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Parçacık Fiziği.....	7
2.2 CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi).....	8
2.2.1 CERN ve Fizik Eğitimi.....	10
2.2.1.1 Uluslararası Parçacık Fiziği Usta Sınıfları.....	10
2.2.1.2 Parçacık Fiziği alanında Lise öğrencileri için staj programları.....	12
2.2.2 CERN ve Fen Eğitimi.....	13
2.2.2.1 Atlas Deneyi Boyama Kitabı.....	13
2.2.2.2 CERN Diyarı.....	14
2.2.2.3 Parçacık Fiziği Hayvanat Bahçesi.....	15

2.3 Parçacık Fiziğinin Eğitim Sistemimizdeki Yeri.....	16
2.4 İlgili Araştırmalar.....	17

### **BÖLÜM III**

#### **YÖNTEM**

3.1 Araştırma Modeli.....	21
3.2 Çalışma Grubu.....	21
3.3 Veri Toplama Araçları.....	24
3.3.1 Kişisel Bilgi Formu.....	24
3.3.2 Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu.....	24
3.4 Verilerin Toplanması.....	25
3.5 Verilerin Analizi.....	26
3.5.1 Nicel Verilerin Analizi.....	26
3.5.2 Nitel Verilerin Analizi.....	26

### **BÖLÜM IV**

#### **BULGULAR**

4.2 Nitel Verilere İlişkin Bulgular.....	28
4.2.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	28
4.2.1.1 Birinci Soruya İlişkin Bulgular.....	28
4.2.1.2 İkinci Soruya İlişkin Bulgular.....	29
4.2.1.3 Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular.....	30
4.2.1.4 Altıncı Soruya İlişkin Bulgular.....	31
4.2.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	31
4.2.2.1 Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular.....	32
4.2.2.2 Beşinci Soruya İlişkin Bulgular.....	33
4.2.2.3 Yedinci Soruya İlişkin Bulgular.....	34
4.2.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	35
4.2.3.1 Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular.....	35

4.2.3.2 Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular.....	36
4.2.3.3 Onuncu Soruya İlişkin Bulgular.....	36
4.2.3.4 Onbirinci Soruya İlişkin Bulgular.....	37
4.2.3.5 Onikinci Soruya İlişkin Bulgular.....	38
4.2.3.6 Onüçüncü Soruya İlişkin Bulgular.....	39
4.2.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	40
4.2.4.1 Ondördüncü Soruya İlişkin Bulgular.....	41
4.2.4.2 Onbeşinci Soruya İlişkin Bulgular.....	42
4.2.4.3 Onaltıncı Soruya İlişkin Bulgular.....	42
4.2.4.4 Onyedinci Soruya İlişkin Bulgular.....	43
4.3 Nicel Verilere İlişkin Bulgular.....	45
4.3.1 Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	45
4.3.2 Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	45
4.3.3 Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	47
4.3.4 Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	48
4.3.5 Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	49

## **BÖLÜM V**

### **SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER**

5.1 Sonuç ve Tartışma.....	50
5.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	50
5.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	51
5.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	51
5.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	52
5.1.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	53
5.1.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	53
5.1.7 Yedinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	54
5.1.8 Sekizinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	54

5.1.9 Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	55
5.2 Öneriler.....	57
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>58</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>63</b>
Ek-1. Ölçek Kullanım İzni.....	64
Ek-2. Ölçek Uygulama İzni (Akdeniz Üniversitesi).....	65
Ek-3. Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu.....	66
Ek-4. Bildirim Sayfası.....	68
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>69</b>
<b>İNTİHAL RAPORU.....</b>	<b>70</b>

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1</b> Ülkelere ait fizik usta sınıfı hizmeti veren enstitü ve üniversite sayıları.....	11
<b>Tablo 3.1</b> Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 1 (Cinsiyet).....	22
<b>Tablo 3.2</b> Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 2 (Okunan Bölüm - Tercih Sırası).....	22
<b>Tablo 3.3</b> Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 3 (Okunan Bölüm – Sınıf Düzeyi).....	23
<b>Tablo 3.4</b> Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 4 (‘Lisede Atom Fizikine Giriş ünitesi içerisinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusunu işlediniz mi’ sorusuna verilen cevaplar sonucunda oluşturulan frekans ve yüzdeler).....	23
<b>Tablo 3.5</b> Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 5 (Okunan Bölüm - Yaş Aralığı).....	24
<b>Tablo 3.6</b> PFBDF’ dan elde edilen verilerin analizinde kullanılan anlama düzeyi ölçeği.....	27
<b>Tablo 4.1</b> Birinci soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	28
<b>Tablo 4.2</b> İkinci soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	29
<b>Tablo 4.3</b> Üçüncü soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	30
<b>Tablo 4.4</b> Altıncı soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	31
<b>Tablo 4.5</b> Dördüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	32
<b>Tablo 4.6</b> Beşinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	33
<b>Tablo 4.7</b> Yedinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	34
<b>Tablo 4.8</b> Sekizinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	35
<b>Tablo 4.9</b> Dokuzuncu soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	36
<b>Tablo 4.10</b> Onuncu soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	37
<b>Tablo 4.11</b> Onbirinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	38
<b>Tablo 4.12</b> Onikinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	39
<b>Tablo 4.13</b> Onüçüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	40
<b>Tablo 4.14</b> Ondördüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	41

<b>Tablo 4.15</b> Onbeşinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	42
<b>Tablo 4.16</b> Onaltıncı soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	43
<b>Tablo 4.17</b> Onyedinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi.....	44
<b>Tablo 4.18</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Yaş Aralıklarına Göre İncelenmesi.....	45
<b>Tablo 4.19</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Sınıf Düzeyine Göre İncelenmesi.....	46
<b>Tablo 4.20</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanlar ile Sınıf Düzeyi Değişkeni Arasındaki Varyansların Homojenliği ve Tukey Testi Sonuçları.....	47
<b>Tablo 4.21</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Tercih Sıralarına Göre İncelenmesi.....	48
<b>Tablo 4.22</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Cinsiyete Göre İncelenmesi.....	49
<b>Tablo 4.23</b> Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziki Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Lise Öğrenimlerinde Atom Fizikine Giriş ünitesinde yer alan Atom Altı Parçacıklar Konusunun İşlenilip İşlenilmemesine Göre İncelenmesi.....	49

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN) yerleşkesi.....	9
Şekil 2.2 CERN SM18 yerleşkesine ziyaretleri sırasında Lise öğrencileri staj programına katılan ilk öğrenciler.....	12
Şekil 2.3 ATLAS Deneyi boyama kitabından bir sayfa.....	14
Şekil 2.4 CERN diyarı eğitim sitesinden bir ekran görüntüsü.....	15
Şekil 2.5 İngiltere’de bir ilkokulun fen bilgisi dersinde Particle Zoo materyalleri eşliğinde işlenen Parçacık Fiziği eğitiminden bir görüntü.....	16



## KISALTMALAR LİSTESİ

- a.** CERN: Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi
- b.** BINP: Budker Nükleer Fizik Enstitüsü
- c.** DESY: Alman Elektron Senkrotronu
- d.** KEK: Yüksek Enerji Hızlandırıcı Araştırma Organizasyonu
- e.** BNL: Brookhaven Ulusal Laboratuvarı
- f.** PFBDF: Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu
- g.** EPPOG: Avrupa Parçacık Fiziği Sosyal Yardımlaşma Grubu
- h.** HSSIP: Parçacık Fiziği alanında lise öğrencileri için staj programı
- ı.** UNESCO: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
- i.** STEM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik
- j.** MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
- k.** MEB: Milli Eğitim Bakanlığı
- l. f.** Öğrenci Sayısı
- m.** A.B.D.: Ana Bilim Dalı
- n. t.y.:** Tarih yok

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

### 1.1 Problem Durumu

İnsanoğlunun Büyük Patlamayla (Big-Bang) başladığı varsayılan parçacıkların hikayesi günümüzde en merak edilen konulardan biri haline gelmiştir. Bilimi anlamının başladığı nokta merak duygusudur. Yaşam ve düşün alanlarındaki tüm ilerlemeler insanoğlunun doğuştan getirdiği bu merak duygusu ile sağlanmıştır (Yıldırım, 2003). İnsanoğlu sahip olduğu bu meleke neticesinde parçacıkların hikayesine dahil olmaya başlamış ve bu dünyayı adım adım keşfetmiştir. İlk olarak Yunan filozof Leukippos bütün maddelerin görülemeyen küçük parçacıklardan oluştuğunu belirtmiştir. Leukippos'un öğrencisi olan Demokritos, Leukippos'un düşüncelerini geliştirmiş bu parçacıklara bölünemez anlamına gelen 'atom' ismini veren ilk kişi olmuştur. Demokritos'a göre atomlar tek türden nesnelere kapsıyordu ve maddelerin farklılığı atomların farklı şekildeki organizasyonundan kaynaklanmaktaydı (Bahar, Gündüz ve Doğan, 2006). Demokritos, dünyadaki farklılıklar doğrultusunda atomların yuvarlak, çıkıntılı, oyuk gibi birçok şekillerinin bulunabileceğini öngörmüştür (Ülken, 1968). Örneğin şekerli besinleri yuvarlak atomların oluşturduğu savunulurken, asitli besinleri oluşturan atomların sivri olduğu düşünmüştü. Bir başka Yunan filozof Aristoteles ise atomun parçalanamaz olduğu düşüncesini sorgulamış, madde sonsuza kadar bölünebileceğini ve bölünen her parçanın o maddenin özelliğini göstereceğinden bu kadar küçük parçalara bir isim vermenin anlamsız olacağını ileri sürmüştür. Yunanlı filozofların bu fikirleri teori kabul edilebilecek kadar olgunlaşmamıştır (Marx, 2002). Bilimsel çevrede teori olarak kabul göreceği seviyede 'atom' kavramı ve atom modeli ilk defa 1808 yılında İngiliz kimyager ve fizikçi John Dalton tarafından ortaya atılmıştır. Dalton o dönemde atom ile element arasındaki ilişkiyi kurmuş, elementlerin atom adı verilen son derece küçük taneciklerden oluştuğunu söylemiş ve Yunan filozofların düşüncelerinden de etkilenerek atomları bölünemez içi dolu kürecikler olarak göstermiştir. Bilimsel çevreden onay alan Dalton'un ortaya attığı bu atom modeli modern kimyanın da temelini oluşturmuştur. Ancak atomun parçalanamayacağını öne süren bu fikir doğal olarak atom altı parçacıkların olabileceğine ihtimal vermemiştir. Atom altı parçacıklar dünyasının ilk kanıtı J.J. Thomson'un 1897 yılında elektronu keşfetmesiyle olmuştur. Bu keşif inanılmaz derecede önemlidir çünkü elektrik ve elektronik uygulamaları ve

kimyanın ilerleyişi elektronun keşfi olmadan düşünülemezdi (Worsley, 2012). Yeni Zelendalı fizikçi Rutherford 1920 yılında yaptığı deneyler sonucunda çekirdeğin hem pozitif hem de nötr parçacıklardan oluşması gerektiğini belirtmiştir. Protonun varlığını kanıtlamıştır. Fakat yüksüz olduğundan nötronun varlığını tespit edememiş sadece teoride kalmıştır. 1932 yılına gelindiğinde ise İngiliz fizikçi Chadwick, Dalton atom modelinde ifade edildiği gibi atomunun en küçük parça olmadığını, içerisinde nötron adı verilen yüksüz parçacıklar bulunduğunu da ortaya çıkarmıştır. Bunlarda atom altı parçacık olarak adlandırılmıştır. Bu buluşla birlikte proton, nötron ve elektrondan oluşan atomun temel yapısı oluşturulmuştur. Fizikçilerin 1930'lu yılların başında; 1920'lere kadar elektron ve proton olarak kabul ettikleri madde bileşenlerini farklı açılardan yeniden sorgulamalarıyla birlikte parçacık fiziği bir alan olarak fizik biliminde yerini almıştır (Brown ve Hoddison, 1983). Günümüze gelindiğinde en küçüğü keşfetmek için çıkılan bu yolculuk, yüksek teknoloji ürünü parçacık hızlandırıcılarında sürdürülmektedir (Griffiths, 2008).

Parçacık fiziği, maddenin temel bileşenlerini ve bu bileşenlerin birbirleriyle olan etkileşimlerini inceleyen bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Martin ve Shaw, 2008). Parçacık fiziği bilim dalının geliştirilmesi amacıyla birçok araştırma merkezi kurulmuştur. Araştırmamızın ana temasını oluşturan İsviçre-Fransa sınırında kurulan CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi), Rusya'da bulunan BINP (Budker Nükleer Fizik Enstitüsü), Almanya'da kurulan DESY (Alman Elektron Senkrotronu), Japonya'da faaliyet gösteren KEK (Yüksek Enerjili Hızlandırıcı Araştırma Organizasyonu) ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan BNL (Brookhaven Ulusal Laboratuvarı) başlıca parçacık fiziği araştırma merkezleridir.

Maddenin sadece atomdan ibaret olmadığı, atom ve atom altı parçacıklardan oluştuğunun bulunması ile doğru orantılı olarak yeni teknolojik gelişmelerin de kapısı aralanmıştır. Parçacık fiziği araştırmalarında yaşanan ilerlemeler teknolojik gelişmeleri beraberinde getirmiş, bunun sonucunda günlük ve sosyal yaşama olan etkisini arttırmıştır. Bu nedenle, parçacık fiziği sadece fizikçilerin bilmesi gereken bir konu olmaktan çıkmış, diğer öğretmen ve öğretmen adaylarının da kendini bu alanda donanımlı bir şekilde yetiştirmesi ve bu konuda kendini geliştirmesi önem kazanmıştır. Bilginin bu özelliği günümüzde kendini yenileyen/geliştiren meslek insanları olmayı bir zorunluluk haline getirmiştir (Ün Açıkgöz, 1996). Ayrıca CERN kuruluşunun parçacık fiziği ile ilgili ilkökul, ortaokul ve lise öğrencileri

için yaptığı çalışmalar ülkemizdeki özellikle Fen Bilgisi, Fizik ve diğer branş öğretmen adayları tarafından da dikkate alınmalıdır. Çünkü bireyin bugünün şartlarına uygun, gelecekte de ortaya çıkacak yeni durumlara uyum gösterebilecek şekilde yetiştirilebilmesi, onları kendilerine uygun bir eğitimden geçirmekle mümkün olur (Batdal, 2005). Bu bağlamda araştırmanın problemi Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğinde yer alan kavram ve konulara ilişkin farkındalıklarını ve bilgi düzeylerini belirlemektir.

## 1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı, parçacık fiziğinde yer alan kavram ve konuların, Avrupa Nükleer Araştırma Merkezinin ve bu merkezin işleyişi doğrultusunda 1., 2., 3., ve 4. sınıfta öğrenimine devam eden Fen Bilgisi öğretmen adayları tarafından araştırma sorularına elde ettikleri puanlar ile belirli değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemek, farkındalıklarını ve bilgi düzeylerini tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki problemlere yanıt aranmıştır.

Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının:

- 1) Parçacık fiziğinin temelini oluşturan 'Atomik yapı ve etkileşimleri' konusundaki görüşleri nelerdir?
- 2) Parçacık fiziği içerisinde yer alan 'Proton-nötron-elektron ve elektriksel etkileşime dayanan klasik atom teorisinin ötesindeki model' hakkındaki görüşleri nelerdir?
- 3) Parçacık fiziği içerisinde yer alan 'parçacık hızlandırıcıları, çarpıştırıcılar ve güncel araştırmalar' hakkındaki farkındalıkları ve görüşleri nelerdir?
- 4) Parçacık fiziğinin günlük ve sosyal yaşamla olan bağlantısı hakkındaki farkındalıkları ve görüşleri nelerdir?
- 5) Parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile yaş aralığı değişkeni arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- 6) Parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile öğrenim gördükleri sınıf düzeyi değişkeni arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

- 7) Parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile tercih sırası değişkeni arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- 8) Parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?
- 9) Parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile lise müfredatında yer alan ‘Atom Fiziğine Giriş’ ünitesi içerisinde verilen ‘Atom Altı Parçacıklar’ konusunun işlenilip işlenilmemesi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

### 1.3 Araştırmanın Önemi

Ülkelerin ve toplumların dünyada yaşanılan bilimsel ve teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmesi bilime verdiği önem ile doğru orantılıdır. Bilim uygulandığı toplum ve kültür tarafından etkilenen bir insan aktivitesidir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Bilime değer verilen bir ortamda nitelikli bilim insanlarının yetişmesi ve toplumları her alanda aydınlatması olağandır. Dünyanın gidişatına yön veren, yeni teknolojilerin ortaya çıkmasını sağlayan etkenlerden birisi de parçacık fiziği alanında bilim insanlarının yaptığı çalışmalardır. Bu çalışmalar Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN) başta olmak üzere dünyanın değişik ülkelerindeki araştırma merkezleri ve laboratuvarlarda bulunan parçacık hızlandırıcılar kullanılarak mümkün olmaktadır. Parçacık hızlandırıcıları 20. Yüzyılın ilk yarısında atomik çekirdeği incelemek için ilk olarak kullanılmaya başlanmış ve günümüzde gerek temel fizik araştırmalarında gerekse uygulama alanlarında kullanılmak üzere hem enerji hem de teknoloji bakımından önemli bir noktaya gelmiştir (Akkurt, 2013). Ortaya çıkan bu tür yeni gelişmelere, doğrudan veya dolaylı olarak parçacık fiziği alanında yapılan çalışmaların etki ettiği toplumlar tarafından bilinmelidir. Toplumları aydınlatmaktaki en önemli görev ise öğretmenlere düşmektedir. Bundan dolayı özellikle Fizik, Kimya ve Fen Bilgisi öğretmen ve öğretmen adaylarının konu hakkında bilinçli olmaları büyük önem taşımaktadır.

İngiltere, İspanya ve Almanya başta olmak üzere 5-12 yaş arası dönemdeki çocuklara CERN liderliğinde, parçacık fiziği eğitimleri verilmektedir. Bu eğitimler akademisyenler ve fen bilgisi öğretmenlerinin iş birliği ile yapılmaktadır. Bu iş birliğinin en önemli sebeplerinden birisi fen bilgisi öğretmenlerinin lise ve üniversite düzeyinde olan parçacık fiziği kavramlarını ortaokul öğrencilerinin anlayabileceği düzeyde çeşitli oyunlar, etkinlikler, hikayeler,

benzetmeler ve materyaller kullanarak aktarmasıdır. Bu açıdan fen bilgisi öğretmen ve öğretmen adaylarının parçacık fiziği kavramlarını ortaokul öğrencilerine aktarmadaki rolü oldukça önemlidir. Yapılan literatür taraması neticesinde ülkemizde ortaokul düzeyinde bu tür bir çalışma ile karşılaşılacakla birlikte çalışmadan elde edilecek sonuçların gelecekte yapılabilecek parçacık fiziği eğitiminde eksikliklerin giderilmesi konusunda faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Parçacık fiziği alanında yapılan araştırmalar insanoğlunun içerisinde yaşadığı dünyaya ve evrene bakış açısını pozitif yönde değişmesini sağlamış, yapılan çalışmalar günlük ve sosyal yaşama da doğrudan tesir etmiştir. Bundan dolayı parçacık fiziği alanında yapılan her türlü çalışmanın büyük bir önemi bulunmaktadır. Dünya genelinde parçacık fiziği üzerine yazılmış tez ve makalelerin sayısının ülkemizde yapılan çalışmalara oranla çok fazla olduğu bilinmektedir. Sadece Amerika’da son 10 yılda parçacık fiziği üzerine 2000’den fazla doktora çalışması tamamlanmıştır (Yazıcı, 2014). Bu bağlamda yapılan literatür taraması neticesinde ülkemizde özellikle eğitim bilimleri alanında parçacık fiziği ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmaması bu çalışmanın önemli olmasını öngörmektedir.

#### **1.4 Varsayımlar**

- 1) Araştırmaya katılan katılımcıların kişisel bilgi formundaki ve ölçekteki sorulara içtenlikle ve dürüstçe cevap verdikleri varsayılmıştır.
- 2) Öğrenciler, anket sorularının uygulaması sırasında birbirinden etkilenmemiştir.

#### **1.5 Sınırlılıklar**

- 1) Araştırma Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. ile sınırlı tutulmuştur.
- 2) Araştırma 2017-2018 eğitim öğretim yılı bahar dönemi (II. Yarıyıl) ile sınırlıdır.
- 3) Araştırma Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’nda yer alan maddeler ile sınırlıdır.
- 4) Araştırma Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 229 öğretmen adayı ile sınırlı tutulmuştur.

## 1.6 Tanımlar

Fen Bilimleri: İnsanoğlunun doğayı anlama gayretlerinin bir ürünüdür (Kaptan, 1999).

Farkındalık: Etrafında neler olup bittiğini bilip, şu anda bilinen, gelecekte olabilecek veya geçmişte var olan bir bilgiyi fark etmektir.

Parçacık Fiziği: Fiziğin alt dallarından birisi olup maddenin temel yapı taşlarını, atom altı parçacıkları ve bunlar arasındaki etkileşimleri inceler.

Bilgi: Mantıklı bir yargı ya da deneysel bir sonuç veren, diğer şahıslara sistemli bir şekilde bir iletişim aracıyla ulaştırılan olgulara veya düşüncelere dair ifadeler dizisidir (Sümer, 2007).

Bilgi düzeyi: Önceden öğrenilenleri hatırlamaya ya da tanımaya dayanır.

## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde Parçacık Fiziği, CERN Araştırma Merkezi, CERN Araştırma Merkezi'nin Fizik ve Fen Eğitimi ile ilişkisi, parçacık fiziğinin eğitim sistemimizdeki yeri, bu alanda yapılmış çeşitli araştırmalar ve bu araştırmalar ile ilgili sonuçlar yer almaktadır.

#### 2.1 Parçacık Fiziği

Fizik şu anda içerisinde yaşadığımız evrenin ve olası diğer evrenlerin doğa kanunlarının belirlendiği, evrendeki en küçük parçacıktan en büyüğüne kadar aralarındaki değişim ve etkileşimlerini sürekli inceleyen, temelini matematikten ve bilimsel düşünceden alan, sürekli değişim ve gelişime açık olan bir bilim dalıdır. Yüksek enerji fiziği olarak da adlandırılan parçacık fiziği ise fiziğin alt dallarından sadece bir tanesidir. Parçacık fiziği alanı fiziği bir bütün olarak ele almanın dışına çıkararak parçacıkların gizli dünyasına giriş yapılmasına olanak tanımıştır. Parçacık fiziği doğa yasalarını anlamamızın özüdür (Thomson, 2013). İlk ortaya atıldığı günden itibaren sürekli ilerleme kaydedilen parçacık fiziğinin gelişimi insanoğlunun evrene bakış açısını da geliştirmiştir. Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN) başta olmak üzere birçok ülkede parçacık fiziğinin gelişimi açısından deneyler ve araştırmalar devam etmektedir. Parçacık hızlandırıcılar kullanarak yapılan her yeni keşfin insanların günlük hayatına olumlu etkisi olmuştur. "How particle physics" (2013)'e göre bu etkiler şu şekilde sıralanmaktadır:

- Kimyagerler, bebek bezlerinde kullanılan süper emici polimerlerin formülünü ve bu polimer malzemenin detaylı yapısını parçacık hızlandırıcıların kullanılmasıyla elde etmiştir.
- Dondurulmuş yiyeceklerin tazeliğini koruması parçacık hızlandırıcılar sayesinde mümkün olmuştur. Dondurulmuş yiyeceklerin yanı sıra DVD'lerin kaplandığı sağlam, ısıyla büzülebilen filmi üretmek için parçacık hızlandırıcılar kullanılmıştır.
- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) olarak bilinen ve hayat kurtaran medikal teknoloji, vücuttaki yumuşak dokuların ayrıntılı görüntülerini oluşturmaktadır. Bu sayede MRG, X-ışınlarından farklı olarak beyindeki gri maddeyi beyaz maddeden, kanserli dokuyu



sağlıklı dokudan ve ciddi bir sağlık sorunu olan inme belirtilerini ayırt edebilmektedir. Bu önemli teknolojinin gelişimi parçacık fiziği araştırmaları sayesinde olmuştur.

-Limanlarda ve deniz yollarında parçacık hızlandırıcılar vasıtasıyla üretilen yüksek enerjili X-ışınları eğer kargo kaçakçılığı yapıyorsa bunu tespit ederek geçişlerin güvenli olmasını sağlamaktadır.

-Parçacık hızlandırıcılarında yapılan gümüş iyon bombardımanları sayesinde daha güvenli yapay kalp kapakçıkları geliştirilmiştir.

-Şu anda kullanmakta olduğumuz internetin temelini oluşturan www (World Wide Web) parçacık fiziği araştırmalarının yapıldığı CERN’de ki bilim adamlarının çalışmaları sonucunda ortaya çıkan bir bilgi işletim sistemidir.

-Parçacık hızlandırıcılarda kullanılan elektron demetleri sayesinde çizik ve leke tutmayan mobilyalar yapılmıştır. Bu işlenmiş masaların yüzeyleri ahşaba benzer ancak çizilmeleri neredeyse imkânsızdır.

## **2.2 CERN (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi)**

Adını Fransızca ‘Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire’ ifadesinin kısaltmasının baş harflerinden alan, Türkçedeki ifadesiyle ‘Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi’ anlamına gelen CERN, Fransa-İsviçre sınırında kurulmuştur. İlk kez Aralık 1951 tarihinde UNESCO’nun hükümetler arası bir toplantısında öne sürülen Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi açılması fikri Haziran 1953’te 12 üye ülkenin (İsviçre, Fransa, Almanya, Belçika, İtalya, İsveç, İngiltere, Danimarka, Hollanda, Norveç, Yunanistan ve Yugoslavya) CERN sözleşmesini imzalamasıyla resmiyete dökülmüştür. Temmuz 1955’te CERN Genel Direktörü Felix Bloch’un yerleşke yerinde ilk temeli atmasıyla da bir Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi kurma hayali hayata geçmiştir (“Where did it”, t.y.). CERN’in temel işlevi maddenin yapı taşlarını ve bunların birbiri ile etkileşmelerini incelemek ve bu konuda yapılan deneysel çalışmalara ev sahipliği yapmak olsa da bir taraftan geleceğin bilim insanı, mühendis ve kalifiye işgücünü yetiştirerek, bir taraftan da araştırmalarda gerekli teknolojilerin geliştirilmesini sağlayarak, üye ülkelere yetişmiş insan gücü ve bilgi birikimi sağlamaktadır. Bütün dünyadan bilim insanları için bir çekim merkezi oluşturarak da değişik ülke ve kültürlerden insanları birleştirmektedir (Akgün ve diğerleri, 2014).

CERN'deki fizikçiler ve mühendisler maddenin temel parçacıklarının temel bileşenlerinin yapısını daha iyi anlayabilmek için dünyanın en büyük ve en karmaşık bilimsel araçlarını kullanırlar. Parçacıklar bu araçlarda çarpıştırılarak atom altı parçacıklar elde edilmektedir. Bu süreç bize parçacıkların nasıl etkileştikleri hakkında ipuçları vermekte ve doğanın temel yasalarına dair yeni öngörüler sağlamaktadır. CERN'de kullanılan bilimsel araçlar parçacık hızlandırıcıları ve detektörlerdir. Hızlandırıcılar; parçacıkların birbiriyle veya durağan hedeflerle çarpışmaya başlamadan yüksek enerjilere kadar çıkmasını sağlamaktadır. Dedektörler bu çarpışmaların sonuçlarını gözlemler ve kaydederler ("About CERN", t.y.). Parçacık hızlandırıcılarında çok yüksek enerjilere ve çarpışma sayılarına erişmek, çarpışmalardan çıkan çok sayıda parçacığı algılayabilmek mevcut teknolojinin sınırlarını zorlamaktadır. Bu bağlamda CERN, temel bilim araştırmalarının yanında, yarının teknolojilerini geliştirmekte de çok önemli bir rol oynamaktadır ("CERN'de Yapılan Çalışmalar", t.y.).



*Şekil 2.1 Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN) yerleşkesi*

CERN'de yapılan deneylerin temel amaçlarından biri de parçacık fiziği alanında varılan son nokta olan Standart Model'in daha iyi açıklanabilmesi için gerekli olan Higgs bozonu adı verilen temel parçacığın keşfedilmek istenmesiydi. Higgs bozonunun varlığı ilk olarak İngiliz fizikçi Peter Higgs tarafından ortaya atılmıştır (Higgs, 1964). Higgs; parçacıkları oluşturan kuarkların belirli bir alanda bir arada kalabilmeleri için kütleleri olması gerektiğini savunmuştur ve bu kütleli sağlaması gerektiği düşünülen parçacığa Higgs bozonu ismi verilmiştir. Bu amaç

doğrultusunda yıllar içerisinde yapılan çalışmalar 2012 yılına gelindiğinde olumlu sonuç vermiş ve Higgs bozonu ile uyumlu bir parçacığın keşfi açıklanmıştır. 2013 yılında CERN bilim insanları Higgs bozonunun varlığından emin olduklarını ifade etmişlerdir.

### **2.2.1 CERN ve Fizik Eğitimi**

CERN başta olmak üzere avrupanın birçok ülkesindeki araştırma laboratuvarları lise öğrencilerinin parçacık fiziğini tanıması ve sevmesi adına programlar, bilimsel etkinlikler ve eğitimler düzenlemektedir. 12-18 yaş aralığındaki öğrencilerin hedef alındığı bu tür uygulamalar ile parçacık fiziğinin yaşantımızla iç içe olduğu gerçeğine ilişkin farkındalık yaratacağı düşünülmektedir.

#### **2.2.1.1 Uluslararası Parçacık Fiziği Usta sınıfları**

Parçacık fiziği usta sınıfı Nisan 1997’de İngiltere Huddersfield üniversitesinden Roger Barlow’un girişimiyle başlamıştır. Avrupa Parçacık Fiziği Sosyal Yardımlaşma Grubu (EPPOG) tarafından da benimsenen ve organize edilen parçacık fiziği usta sınıfı projesi Avrupa programı 2005 yılında başlamıştır. Avrupa genelinde 17 ülkede düzenlenen bu programa yaklaşık olarak 3000 öğrenci katılmıştır. O zamandan beri program her yıl istikrarlı bir şekilde ilkbahar aylarında düzenlenmektedir (Bilow ve Kobel, 2014).

Her yıl 52 ülkede 13.000’in üzerinde lise öğrencisi 215 civarında üniversite ya da araştırma merkezinde parçacık fiziğinin sırlarını ve gizemini öğrenmek için toplanmaktadır. Bilim adamları verdiği konferanslarda madde ve kuvvet ile ilgili araştırma konuları ve yöntemleri hakkında fikir verirler böylece öğrenciler parçacık fiziği deneylerinden elde edilen gerçek veriler üzerinde ölçümler yapabilirler. Katılımcılar her günün sonunda uluslararası çalışmalarda olduğu gibi, tartışmalara, sonuçların yorumlanması ve fikir alışverişi için bir video konferansa katılırlar (“International Masterclasses”, t.y.). Bu program için üniversite ve araştırma merkezlerini en çok kullanıma açan ülkeler sırasıyla Amerika’da 34, İtalya’da 26, Almanya’da 21, Portekiz ve İngiltere’de 15 ve Fransa’da 12 üniversite veya araştırma merkezi bu program kapsamında öğrencilere video konferans hizmeti sunarken Türkiye’de Ankara Ortadoğu Teknik Üniversitesi, İstanbul Özyeğin Üniversitesi ve Konya Araştırma Merkezi ile bu hizmeti sunmaktadır (“Hands On Particle”, t.y.). Uluslararası fizik usta sınıfı programının uygulandığı tüm ülkeler ve ülkelere ait enstitü ve üniversite sayıları Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.1 Ülkelere ait fizik usta sınıfı hizmeti veren enstitü ve üniversite sayıları**

ÜLKE ADI	MERKEZ SAYISI	ÜLKE ADI	MERKEZ SAYISI
Almanya	21	İsviçre	5
A.B.D.	34	İtalya	26
Arjantin	2	Japonya	2
Avustralya	4	Kanada	5
Avusturya	6	Katar	1
Belçika	5	Kıbrıs	1
Bosna-Hersek	1	Kolombiya	3
Brezilya	9	Litvanya	2
Bulgaristan	2	Macaristan	3
Çekya	4	Meksika	3
Çin	1	Mısır	2
Danimarka	1	Norveç	2
Ekvator	1	Polonya	8
Fas	2	Portekiz	15
Finlandiya	2	Romanya	2
Fransa	12	Rusya	5
Güney Afrika	4	Sao Tome	1
Gürcistan	3	Sırbistan	6
Hırvatistan	2	Slovakya	11
Hindistan	1	Slovenya	1
Hollanda	2	Şili	2
İngiltere	15	Türkiye	3
İrlanda	3	Uruguay	1
İspanya	9	Venezuela	3
İsrail	2	Yeni Zelenda	1
İsveç	5	Yunanistan	6

### 2.2.1.2 Parçacık Fiziği alanında lise öğrencileri için staj programı

Orijinal ismiyle High School Student Internship Programme (HSSIP) olan ve CERN tarafından organize edilen Lise öğrencileri için staj programı ilk kez 2017 yılının Mayıs ayında yaşları 16 ile 19 arasında değişen Macaristan'dan seçilen 22 Macar öğrenci grubunun katılımıyla başlatılmıştır. Bu program genç yaştaki öğrencileri bilimsel araştırmalara ve yeniliklere entegre etmek için geliştirilmiştir. Öğrenciler program kapsamında danışmanlar eşliğinde kendi projeleri üzerinde bir bulut odası atölyesinde çalışarak, parçacık fiziği hakkında daha derinlemesine bilgiler edinmişlerdir. 2017 yılında Macaristan dışında Bulgaristan, Fransa, Norveç ve Portekiz pilot uygulama kapsamında programa katılmışlardır ("CERN launches internship", 2017).



*Şekil 2.2 CERN SM18 yerleşkesine ziyaretleri sırasında Lise öğrencileri staj programına katılan ilk öğrenciler*

Programa bu 5 pilot ülkeden 68'i erkek 48'i kız olmak üzere toplam 116 lise öğrencisi katılmıştır. Bu 116 öğrenci, Lise öğrencileri için staj programı kapsamında CERN'ü STEM bağlamında keşfeden, bilim anlayışlarını güçlendiren ve yeteneklerini ileri teknoloji ortamında gösterme ve geliştirme imkânı bulan ilk öğrenciler olmuşlardır. Öğrenciler program süresi boyunca yağmur damlaları ve müonlar arasındaki ilişkiyi, LHC hızlandırıcısı için koruma sistemlerini, uluslararası bir laboratuvarında kullanılan iletişim ağını, RFID (Radyo Frekansı ile

tanımlama) sistemlerini oluşturma gibi deneyimleri CERN danışmanları eşliğinde öğrenme fırsatı bulmuşlardır (“High-school internship”, 2018).

## **2.2.2 CERN ve Fen Eğitimi**

Okul öncesi ve ilkokul dönemindeki çocuklar her yönüyle gelişim içerisindedirler. Çocukların bu dönem içerisinde geliştirmekte olduğu fiziksel, duygusal, zihinsel ve sosyal gelişim daha sonra elde edecek oldukları tüm beceri ve gösterecek oldukları yeteneklerinin zeminini oluşturmaktadır. Bu dönemde öğretilecek bilgiler ileriki yaşamlarında kalıcı olmasını kolaylaştıracaktır.

Avrupa ülkelerinde hali hazırda herhangi bir ilkokul müfredatında yer almasa da parçacık fiziği eğitimi ile alakalı CERN bilim insanları ve diğer bilimsel kuruluşlar önderliğinde çeşitli oyunlar, atölyeler, sunumlar düzenlenmektedir. Geleneksel olarak üniversite düzeyinde öğretilen parçacık fiziği kavramlarını okul düzeyinde öğretmek bazı ilginç zorluklar çıkarabilir ancak mümkün olmalıdır (Barlow, 1992). Bu nedenle CERN’de yapılan deney ve araştırmaların birçoğu 5-12 yaş dönemi çocukların anlayabileceği düzeyde kitaplar, bilgisayar oyunları vb. araçlara dönüştürülmüştür.

### **2.2.2.1 Atlas Deneyi Boyama Kitabı**

ATLAS Deney Boyama Kitabı, ücretsiz olarak indirilebilen 5- 9 yaş arası çocuklara hitap eden bir parçacık fiziği eğitim kitabıdır. Çocuklara, ATLAS deneyinde yürütülen çalışmaların yanı sıra Yüksek Enerji Fiziği alanını tanıtmayı amaçlamaktadır. Bu kitabın Türkçe’nin de olduğu 7 ayrı dilde versiyonu bulunmaktadır. Çocuklara bu kitap ile ATLAS deneyinde görev alan bilim insanlarının evrenimizin temel yapı taşları olan parçacıkları incelemek için bir takım halinde çalıştıkları, bu parçacıkları bulabilmek ve onları tanımlamak için detektör kullandıkları, herkesin bir gün ATLAS deneyinde görev alabilecek bir bilim insanı olabileceği ve standart model ile Higgs bozonunun öğretilmesi hedeflenmiştir (“Atlas Colouring Book”, t.y.).

## EVRENİN TARİFİ



ATLAS algıci parçacıkların dünyasını keşfetmemizi sağlayan devasa bir mikroskop gibidir.

Parçacıklar evrenimizin temel malzemeleridir. Çeşitli şekillerde karışarak etrafımızda gördüğümüz her şeyi oluştururlar. sen ve ben dahil.

Fizikçiler evren için adı STANDART MODEL olan bir yemek tarifî kitabına sahipler. Her ne zaman yeni bir parçacık keşfedilirse, bu tarif kitabına ekleniyor.

Standart Model şimdiye kadar keşfettiğimiz tüm parçacıkları betimliyor. Gösteriyor ki iki çeşit parçacık var:

- Kuvvet parçacıkları
- KUARK ve LEPTON denilen madde parçacıkları

Onlarca yıldır, tarif kitabımızda bir eksiklik vardı. HİGGS BOZONU'nu arayıp duruyorduk.



## HİGGS BOZONU

Benim gibi fizikçiler her gün YENİ parçacıklar arıyoruz. 2012'de HİGGS BOZONU'nun keşfine ben de katkıda buldum.

Bu keşif çok heyecanlıydı. Neredeyse 60 yıldır, dünyanın dört bir yanından biliminsanları Higgs Bozonu'nu arıyorlardı.

Higgs Bozonu diğer parçacıklara kütle kazandırır. Bir çeşit süper kahraman gibidir. Onsuz dünya var olamazdı.

Higgs Bozonu yemek tarifî kitabımızın ilk sayfasını tamamlamış oldu. Acaba sonraki sayfalarda neler olabilir?



HİGGS BOZONU  
[HİGZ BOZONU] [AD]

1. FİZİKTE, DİĞER PARÇACIKLARA KÜTLE KAZANDIRAN BİR TEMEL PARÇACIK.  
2. EN ÜST DÜZEY VIP (VERY IMPORTANT PARTICLE - ÇOK ÖNEMLİ PARÇACIK)

Şekil 2.3 ATLAS Deneyi boyama kitabından bir sayfa

### 2.2.2.2 CERN Diyarı

CERN Diyarı resmi olarak internetin dünya çapında icadının 20. yılının kutlandığı Mart 2009'da açılmıştır. Çeşitli türden oyunlar, multimedya uygulamaları ve filmlerle CERN diyarı, CERN'de gerçekleştirilen araştırmaların heyecanını 7-12 yaş arasındaki genç kitle ile paylaşmayı amaçlayan sanal içerik parkıdır. CERN diyarı, CERN araştırma merkezinde neler yapıldığını çocuklara göstermek ve bu sırada onlara fiziğin heyecan verici yönleri hakkında bilgi vermek için tasarlanmıştır. Çocuklar parçacık fiziği hakkında bilgileri olmadan da CERN diyarında eğlenebilmektedirler. Merak ettikleri konu hakkında bilgilendirme bağlantıları ile sorularına cevap bulabilir ve oyunlarındaki puanlarını fazlalaştırabilirler. Birçok gerçek içerik parkında olduğu gibi CERN diyarında da eğlenmek için herhangi bir yaş sınırı bulunmamaktadır. Katılan herkes LHC'yi turlayan oyun kahramanına eşlik edebilir; elektronları, protonları ve nötronları toplayarak atomları oluşturabilmektedir. CERN diyarı gençlerin dikkatini geleceklerindeki kariyer basamaklarını etkileyecek kararlar vermeye başlamadan önce çekmeyi amaçlamaktadır ("About CERNland", t.y.).





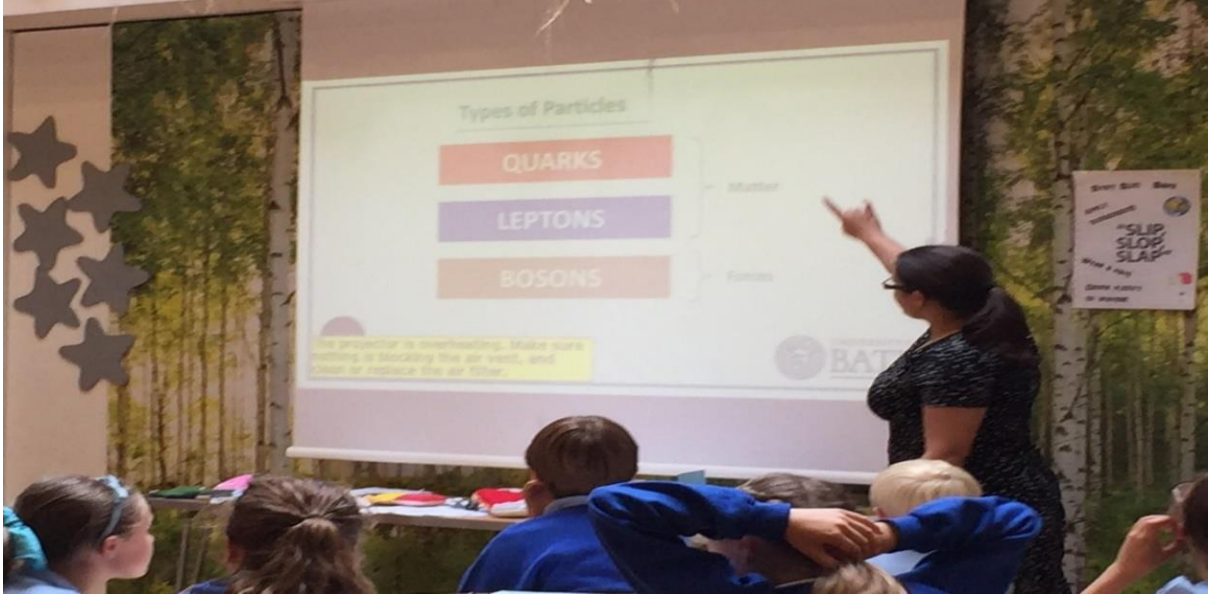
Şekil 2.4 CERN diyarı eğitim sitesinden bir ekran görüntüsü

### 2.2.2.3 Parçacık Fiziği Hayvanat Bahçesi

Julie Peasley tarafından 2007 yılında oluşturulan, parçacık fiziğini ve içerisinde yer alan kuark, gluon, nötrino, tau, higgs bozonu, tanyon, graviton gibi kavramları öncelikli olarak ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin sevebileceği ve anlayabileceği şekilde tasarladığı çıkartmalar, magnetler, oyun hamurları, cüzdanlar, kalemlik, anahtarlık, oyun kartları gibi kullanılabilir eşyalardan oluşturan ve literatürde 'Particle Zoo' olarak yer alan bir tür eğitim ve alışveriş sitesidir.

Julie Peasley geliştirmiş olduğu bu siteyle Nature Physics Magazine, Physics World Magazine, BBC Focus, Physics Education Magazine, Populer Science ve Seed Magazine gibi bilimsel yayın yapan dergilere de konu olmuştur. Dünya'da Kanada, İngiltere, Almanya, İsveç, Danimarka, İsviçre, Avusturya, Japonya, Hong Kong, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde bulunan eğitim kurumları ve araştırma laboratuvarlarına kaynak olmaktadır ("Particle Zoo Around", t.y.). Parçacık fiziği hayvanat bahçesi fen bilimlerinde anlamlı öğrenmenin sanat ve materyal ile bulunduğu taktirde gerçekleştirilebileceği ilkesi ile araştırmalarına ve üretimlerine devam etmektedir.





*Şekil 2.5 İngiltere’de bir ilkokulun fen bilgisi dersinde Particle Zoo materyalleri eşliğinde işlenen Parçacık Fiziği eğitiminden bir görüntü*

### **2.3 Parçacık Fiziği’nin Eğitim Sistemimizdeki Yeri**

Parçacık Fiziği Eğitiminin ilkokul ve ortaokullar düzeyinde verilen Fen Bilgisi dersi kapsamında ele alınmadığını ve yeterli önemin gösterilmediği gözükmektedir. 2017 ve 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde 7. sınıf konusu olan “Maddenin Tanecikli Yapısı” içerisinde yalnızca atom, çekirdek, katmanlar, proton, nötron, elektron ve molekül kavramlarının verildiği görülmektedir (MEB, 2017; MEB, 2018). Öğrencilerin parçacık fiziği ile ilgili kavramlara ulaştıkları ilk yer lise düzeyinde 2007 Fizik Dersi Öğretim Programı kapsamında 12.sınıf Fizik dersi içerisinde yer alan ‘Atomlardan Kuarklara’ ile olmuştur. 6 ünitelik 12.sınıf Fizik dersi müfredatının son ünitesi olan ‘Atomlardan Kuarklara’ içerisinde yer alan konu başlıkları Karşıt parçacık, Doğadaki Temel Kuvvetler ve Temel Parçacıklar, Hadronlar ve Leptonlar, Kuarklar şeklindedir (MEB, 2007).

Parçacık Fiziği eğitimi 2013 yılında oluşturulan ve 2018-2019 eğitim-öğretim yılında da uygulanmaya devam eden Fizik Dersi Öğretim Programı kapsamında 12.sınıf Fizik dersi içerisinde yer alan ‘Atom Fiziğine Giriş ve Radyoaktivite’ ünitesi ile devam etmektedir. Parçacık Fiziği ile ilgili bilgiler bu ünitenin bir alt konusu olan ‘Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu’ içerisinde Büyük Patlama Teorisi, Atom Altı Parçacıklar ve Temel Özellikleri, Madde Oluşum Süreci, Madde-Antimadde kısımlarında verilmiştir (MEB, 2013).

Parçacık Fiziği eğitimi ülkemizde üniversite düzeyinde Fen Fakülteleri'nin Fizik bölümlerinde genel olarak seçmeli ders olarak bulunmakla birlikte Trakya Üniversitesi'nde 'Temel Parçacık Fiziği', Balıkesir Üniversitesi'nde ise 'Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği' ismiyle zorunlu ders olarak okutulmaktadır. Üniversite düzeyinde bu ders kapsamında parçacık fiziğinin temel kavramlarının yanı sıra Feynman diyagramı, Yukawa potansiyeli, Zayıf etkileşimler teorisi, Nükleer hızlandırıcılar gibi parçacık fiziğinin detaylarına inilen konulara yer verilmektedir.

## 2.4 İlgili Araştırmalar

Johansson, Kobel, Hillebrandt, Engeln ve Euler (2007) 'European Particle Physics Masterclasses Make Students Scientists For a Day' isimli çalışmalarında Particle Physics Masterclasses programına 18 farklı ülkeden katılan 1291 öğrencinin programı nasıl algıladıklarına ilişkin yapılan anketlere verdikleri cevapları temel almıştır. Araştırmada değerlendirme derecesi Kesinlikle Katılıyorum, Katılıyorum, Kararsızım, Katılmıyorum ve Kesinlikle Katılmıyorum şeklinde olan 5'li Likert Ölçeği kullanılmıştır. Uygulan anket neticesinde katılımcıların %70'i düzenlenen bu organizasyon hakkında çok fazla şey öğrendiklerini, %95'ten fazla katılımcının genel olarak masterclass programını takdir ettiği belirlenmiştir. Program sırasında verilen derslerde soru sorma fırsatının olması, yapılan alıştırmalar hem kendi başlarına hem de bilim insanlarıyla birlikte deney yapabilme fırsatı verilmesi ve ilham verici ortam katılımcılar tarafından takdir görmüştür.

Ergin (2011)'in 'Fizik Öğretmeni Adaylarının Temel ve Bileşik Parçacıklar ile Parçacık Hızlandırıcılarına Dair Görüşlerinin Belirlenmesi' isimli yüksek lisans tez çalışmasında 2010-2011 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Yarıyılında Balıkesir Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim görmekte olan Fizik Öğretmenliği 3.sınıf öğrencisi 15 öğretmen adayının atom altı parçacıklara ve parçacık hızlandırıcılarına dair görüşleri ortaya çıkararak öğretmen adaylarının araştırma kapsamına alınan kavram ve konulara ilişkin sorulan araştırma sorularına verdikleri cevaplar yardımıyla oluşturulan kategorilere göre görüşlerini yorumlamak ve ne düşündüklerini ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda 15 öğretmen adayına yarı yapılandırılmış Atom Altı Parçacıklara İlişkin Görüş Belirleme Formu uygulanarak öğretmen adaylarının görüşleri ortaya çıkarılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler sonucunda öğretmen adaylarının bazı atom altı parçacıkları açıklamakta zorluk çektiği ve bu parçacıklara dair net bir görüşlerinin olmadığı;

parçacık hızlandırıcıları ve hızlandırıcılarda yapılan çalışmalara dair güncel gelişmeleri takip etmede yetersiz kaldıkları ortaya çıkmıştır.

Sağlık (2013)'ın 'Fizik Öğretmen Adayları ve Medyadaki CERN' isimli yüksek lisans tez çalışmasında 2011-2012 Eğitim Öğretim Yılı Bahar Yarıyılında Marmara Üniversitesi MUSEM (Marmara Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi) değişik üniversitelerin fizik bölümlerinden pedagojik formasyon eğitimi almak için gelen mezunların CERN'de yapılan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) Deneyleri ile ilgili yazılı basında çıkan haberlerin fizik öğretmen adayları üzerine etkisini incelenmesi amaçlanmıştır. Bu etkinin incelenmesi açısından araştırmacı tarafından hazırlanan yarı açık uçlu 12 soruluk CERN Deneyleri Medya Anketi (CDMA) araştırmanın birinci aşamasında 14 öğrenciye, ikinci aşamasında yine aynı sınıftan 16 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler sonucunda medyanın, bilginin dağılımında anahtar rol oynadığı görülmesi ve medya aracılığıyla öğrenilenlerin, ders kitapları ya da diğer öğretici pek çok ortamdaki çok daha etkili olabildiği ortaya çıkmış olmasının yanında fizik öğretmen adaylarının medyada yaygın olarak kullanılan magazin tipi popülerleştirilmiş haberlerin bilimsel haberlerin etkisi altında kaldıkları da gözlenmiştir. Özellikle magazin tipi CERN haberleriyle çok ilgilendikleri ve bu haberlerle yanlış bilgilere sahip oldukları görülmüştür. Aynı zamanda fizik öğretmen adaylarının aldıkları pedagojik formasyon derslerinin uygulamalarında atom altı fizik ile ilgili örnekler görmedikleri anlaşılmıştır.

Tuzón ve Solbes (2014)'in 'Testing a Teaching Intervention Strategy On Particle Physics For High School Students' isimli araştırmasında İspanya'nın Valencia şehrinde bulunan bir lisedeki Fizik ve Kimya kolunda öğrenime devam eden 42 öğrenciye modelleme öğretim stratejisinin parçacık fiziğindeki kavramları ve bununla alakalı güncel konuların öğrenilmesindeki etkisini tespit etmek amacıyla toplam 4 ana kategoride toplanmış 17 açık uçlu sorudan oluşan form ilk olarak ön test şeklinde uygulanmıştır. Madde bileşenlerinin güncelleşmiş kavramlarını ve bunların etkileşimlerini kapsayacak şekilde somutlaştırmaya dayalı bir öğretim stratejisiyle öğrencilere aktarıldıktan sonra aynı sorular ile son test uygulanmıştır. Bu uygulama ile öğrencilerin öğrenmede önemli rol oynayan sensör – motor nöronlarını aktif şekilde kullandıkları gözlenmiştir. Araştırmadan elde edilen verilere göre yapılan son test sonucunda sorulara verilen doğru cevap oranının arttığı görülmüştür. Ön test–son test arasındaki istatistikî sonuçlar pozitif olarak anlamlı sonuçlar vermiştir ve öğrencilerin konuya ilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Pavlidou ve Lazzeroni (2016)'nin 'Particle physics for primary schools—enthusing future physicists' isimli çalışmasında Lazzeroni'nin parçacık fiziği araştırmalarındaki uzun süredir devam eden deneyimlerinden yararlanılarak İngiltere'de bulunan bazı ilkokullarda 8-11 yaş grubu için parçacık fiziği atölyesi hazırlanmıştır. Atölyede öğrencilere atom altı parçacıkların modellemelerini yapma fırsatı verilmiş, her birinde bir parçacık ile ilgili bilgiler içeren oyun kartları ile değişik etkinlikler düzenlemiştir. Yapılan atölye sonucunda öğrenciler CERN nerede? LHC ne işe yapıyor? Bilim insanları atomdaki küçük parçacıkların yapısını nasıl öğreniyor? gibi soruları cevaplayabilmişler ve 'Birkaç yıl içerisinde kuarklardan daha küçük parçacıklar olduğunu görebiliriz' 'Belki de henüz keşfetmediğimiz parçacıklar vardır' 'İleride parçacık fizikçisi olacağım' gibi öneri ve yorumlarını da eklemiştir. Bu atölye çocukların temel parçacıkların dünyasını öğrenmelerine, parçacık modelleri üretmek için yaratıcı tasarımlar yapmasına olanak sağlamıştır.

Olah ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada genel olarak parçacık fiziği eğitiminin Macaristan'daki uygulamalarından bahsetmiştir. Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi'nin duyurduğu Ulusal Öğretmenler Programı'na yanıt veren ilk ülke olduklarından, ilk kez 2006 yılında düzenlendiğinden ve bu zamana kadar birçok ülkeye genişlediği belirtilmiştir. Her yıl 40'dan fazla Macaristanlı fizik öğretmeni bu programa katılır ve CERN'de 5 gün geçirerek ders verirler, deney alanlarını ziyaret edebilirler ve kendi deneylerini yapabilirler. Masterclass programına üç üniversitesiyle 2005 yılında dahil olan Macaristan'da son on yılda yaklaşık olarak 700 lise öğrencisi ve 100 öğretmen günlük olarak düzenlenen bu programa katılmıştır. Öğrenciler bu program sayesinde deneylerini yapabileme, veri toplama ve video konferans sayesinde CERN'de çalışan bilim adamlarından bilgi alabilmektedir. Ortaokul öğrencileri için ise Fizik öğretmeni Eva Oláh tarafından 2 farklı okulun katıldığı detektör yapımı ile ilgili proje düzenlenmiştir. Öğrenciler 20 cm x 20 cm ebatlarında detektör inşa etmişlerdir. Ayrıca Eötvös Üniversitesi'nin 9 yıldan beri düzenlemiş olduğu 'Atomlardan Yıldızlara' konferans serisi öğrenciler tarafından büyük ilgi görmektedir.

Munk-Jakobsen (2018)'in 'Lisans Öğrencilerin Parçacık Fiziği Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları' isimli yüksek lisans tez çalışmasında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü ile Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalında öğrenimine devam eden son sınıf öğrencilerinden oluşturulan 50 kişilik çalışma grubu ile parçacık fiziği konuları ile ilgili temel kavramları anlama düzeylerini ve kavram yanılgılarını tespit ederek,

mevcut kavram yanlışlarının giderilmesi için getirilebilecek önerilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen bu araştırmanın ilk aşamasında üniversite öğrencilerine parçacık fiziği konusundaki temel bilgilerini belirlemek amacıyla Parçacık Fiziği Kavramları Testi (PFKT) uygulanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise araştırmanın ilk aşamasına katılan öğrencilerden seçilen gönüllü öğrencilerle, PFKT sorularına verdikleri cevapları derinlemesine incelemek ve parçacık fiziği konusundaki bilgilerini önceden mevcut olan bilgileriyle ilişkilendirebilme yeteneklerini belirlemek için yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde, öğrencilerin önceki bilgileri ile parçacık fiziğiyle ilgili yeni bilgileri arasında kurdukları ilişkilerin niteliklerini yapılandırmacı yaklaşıma göre belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler sonucunda, fizik bölümü öğrencilerinin parçacık fiziği konusundaki bilgilerinin yetersiz olduğu ve çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde, yapılan araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analizleri ve bu analizlerde kullanılan istatistiki yöntemlere ilişkin bilgiler yer almaktadır.

#### 3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırmada Fen Bilgisi öğretmen adaylarının CERN ve parçacık fiziği konusundaki farkındalıklarını ve bilgilerini değerlendirmek amacıyla nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı Karma Yöntem modeli seçilmiştir. Karma Yöntemin amacı pek çok durumda bir fikri doğrulamak ya da desteklemek değil, kişinin olayla ilgili anlayışını genişletmektir (Onwuegbuzie ve Leech, 2004). Yapılan çalışmaya uygunluğu açısından Karma Yöntem desenlerinden Eş Zamanlı İç İç Geçmiş Desen kullanılmıştır. Bu desene göre nicel ve nitel veri aynı zamanda toplanır ve analiz edilir. Bu tür tasarımlarda bir tür veri diğerinin içerisinde olduğundan içte kalan veri türüne daha az önem verilir. Bunun sebebi az önem verilen veri türünün tümüyle farklı bir soru veya soru takımlarına cevap vermede yardımcı olmak için kullanılıyor olmasıdır (Creswell, 2003).

#### 3.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2017-2018 Eğitim Öğretim yılı Bahar dönemi (II. Dönem) içerisinde Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.'nda öğrenim gören 1. 2. 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma verilerine göre yapılan çalışmaya 229 öğretmen adayı katılmış fakat çeşitli sebeplerden dolayı (eksik ve yetersiz bilgi vb.) 8 kişi çalışma grubundan çıkartılarak 221 öğretmen adayı değerlendirilmiştir. Çalışma grubuna ilişkin demografik özellikler Tablo 3.1, Tablo 3.2, Tablo 3.3, Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.1 Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 1 (Cinsiyet)**

Cinsiyet	f	%
Erkek	48	21,72
Kadın	173	78,28
Toplam	221	100,0

Araştırmaya katılan katılımcıların sayısal olarak frekans - yüzde dağılımları Tablo 3.1’de verilmiştir. Bu bilgilere göre araştırmaya katılan 221 öğretmen adayından 173’ü (%78,28) kadın, geri kalan 48 katılımcı (%21,72) erkektir. Tablo 3.1’den elde edilen verilere göre Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.’nda öğrenim görenler öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunu kadın adayların oluşturduğu görülmektedir.

**Tablo 3.2 Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 2 (Okunan Bölüm - Tercih Sırası)**

Bölüm	Tercih Sırası	f	%
Fen Bilgisi Eğ. A.B.D.	1-5	105	53,03
	6-10	43	21,71
	11-15	25	12,63
	16+	25	12,63
Toplam		198	100,0

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının tercih sıralamalarına ait frekans dağılımları Tablo 3.2’de verilmiştir. Bu verilere göre Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.’ni seçen adayların 105’i (%53,03) 1-5 tercih aralığında, 43’ü (%21,71) 6-10 tercih aralığında, 25’i (% 12,63) 11-15 tercih aralığında ve kalan 25 kişi (% 12,44) 16 ve sonrası tercih aralığında şu anda okumakta oldukları bölümü tercih etmişlerdir. 23 öğretmen adayı ise bu soruyu yanlış cevapladıkları veya boş bıraktıkları için değerlendirmeye alınmamıştır. Tablo 3.2’den elde edilen verilere göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir kısmının ilk 5 tercihinde bölümünü seçtiği görülmektedir.

**Tablo 3.3 Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 3 (Okunan Bölüm – Sınıf Düzeyi)**

Bölüm	Sınıf Düzeyi	f	%
Fen Bilgisi Eğ. A.B.D.	1.sınıf	50	22,62
	2.sınıf	60	27,15
	3.sınıf	61	27,61
	4.sınıf	50	22,62
	Toplam	221	100,0

Araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının sınıf düzeylerine ait frekans – yüzde dağılımları Tablo 3.3’de verilmiştir. Tablo 3.3’den elde edilen verilere göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 50’si (%22,6) 1.sınıf, 60’ı (%27,1) 2.sınıf, 61’i (%27,7) 3.sınıf ve 50’si (%22,6) 4.sınıf öğrencisidir. Elde edilen verilere göre sınıflar arası katılım sayıları birbirlerine yakın ve dengeli bir şekilde dağıldığı görülmektedir.

**Tablo 3.4 Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 4 (Lisede Atom Fiziğine Giriş ünitesi içerisinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusunu işlediniz mi sorusuna verilen cevaplar sonucunda oluşturulan frekans ve yüzdeler)**

Verilen Cevap / Sınıf Düzeyi	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Evet	36	72,0	39	65,0	44	72,13	29	58,0	148	66,97
Hayır	14	28,0	21	35,0	17	27,87	21	42,0	73	33,03
Toplam	50	100,0	60	100,0	61	100,0	50	100,0	221	100,0

Araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ilgili soruya ait frekans dağılımları Tablo 3.4’de verilmiştir. Bu verilere göre Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. 1.sınıf düzeyindeki öğretmen adaylarının %72’si, 2.sınıf düzeyindeki öğretmen adayının %65’i, 3.sınıf düzeyindeki öğretmen adayının %72,13’ü ve 4.sınıf düzeyindeki öğretmen adayının %58’i ilgili soruya evet yanıtını vermiştir. Tablo 3.4’e göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının ‘Lisede Atom Fiziğine Giriş ünitesi içerisinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusunu işlediniz mi’ sorusuna büyük oranda evet yanıtını verdikleri görülmektedir.



**Tablo 3.5 Katılımcı Frekans ve Yüzdeleri 5 (Okunan Bölüm - Yaş Aralığı)**

Bölüm	Yaş Aralığı	f	%
Fen Bilgisi Eğ. A.B.D.	18-20	151	68,32
	21-23	67	30,32
	24-26	3	1,36
	Toplam	221	100,0

Araştırmaya katılan 221 Fen Bilgisi öğretmen adaylarının yaş aralıklarına ilişkin frekans–yüzde dağılımları Tablo 3.5’de verilmiştir. Buna göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının 151’i (%68,31) 18-20 yaş aralığında, 67’si (%30,31) 21-23 yaş aralığında ve 3’ü (%1,35) aralığında olduğu belirlenmiştir. Tablo 3.5’ten elde edilen verilere göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çoğunlukla 18-20 yaş aralığında olduğu görülmektedir.

### 3.3 Veri Toplama Araçları

Araştırmada verilerin elde edilebilmesi için Tuzón ve Solbes (2016) tarafından geliştirilen Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu (PFBDF) ve araştırmacı tarafından geliştirilen Kişisel Bilgi Formu kullanılmıştır.

#### 3.3.1 Kişisel Bilgi Formu

Araştırmacı tarafından oluşturulan Kişisel Bilgi Formu katılımcıların demografik özelliklerinin belirlendiği birbirinden bağımsız olarak cinsiyet, yaş, sınıf düzeyleri, bölümünü tercih etme sırası ve lise öğreniminde Atom Fiziğine Giriş ünitesinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusunu işlediniz mi? sorularını içermektedir. Bu sorulara verilen cevaplar doğrultusunda veriler elde edilmiştir.

#### 3.3.2 Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu (PFBDF)

Araştırma kapsamında Tuzón ve Solbes (2016) tarafından geliştirilen atomun yapısı, modeli ve etkileşimleri, CERN, parçacık hızlandırıcılar, çarpıştırıcılar, güncel araştırmalar ve bu araştırmaların sosyal yaşama olan etkisi hakkında 17 açık uçlu sorudan oluşan Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu (PFBDF) isimli veri toplama aracı kullanılmıştır. Açık uçlu

soru türü önceden belirlenen olası cevapların olmadığı, şans faktörünün en az indirgendiği ve katılımcının yapılan araştırmayla ilgili gerçek bilgisini ortaya çıkaran soru türüdür. Bu durum güvenilirliği dolayısıyla geçerliği arttırmaktadır. Araştırma sorularında öğretmen adaylarına verdikleri cevapları nedenleriyle açıklama fırsatı tanınmıştır. Öğretmen adaylarının sorularla ilgili üst düzey düşünme ve anlama becerileri de bu şekilde ortaya konulmuştur.

Veri toplama aracı kendi içerisinde 4 bölümden oluşmaktadır. 1. bölüm atomik yapı ve etkileşimleri hakkında öğretmen adaylarının bilgi ve görüşlerinin tespit edildiği 1, 2, 3 ve 6. soruları kapsamaktadır. 2. Bölüm klasik atom teorisinin ötesindeki model hakkında katılımcıların bilgi ve görüşlerinin tespit edildiği araştırmanın 4, 5 ve 7. sorularını içermektedir. 3. Bölüm Parçacık hızlandırıcılar, çarpıştırıcılar ve güncel araştırmalar hakkında katılımcıların konu hakkında farkındalıklarının görülmesinin sağlandığı ve görüşlerini bildirdikleri 8, 9, 10, 11, 12 ve 13. sorularını kapsamaktadır. 4. Bölümde ise Parçacık Fiziği çatısı altında yapılan deneylerin ve çalışmaların günlük yaşama uygulamaları ve sosyal yaşama etkisi hakkında öğretmen adaylarının farkındalıkları ve görüşlerini bildirildiği 14, 15, 16 ve 17. soruları içermektedir.

PFBDF uygulanmadan önce araştırmacı tarafından İngilizce 'den Türkçe'ye çevrilmiştir. Soruların kapsam geçerliği açısından 4 farklı uzman görüşüne sunulmuş her bir soru için 'uygundur', 'uygun değildir' 'uygun olmadığını düşünüyorsanız sebebini açıklayınız' şeklinde değerlendirmeleri istenmiştir. Uzman görüşlerinin önerileri doğrultusunda gerekli yerlerde düzenlemeler yapılmış ve araştırma soruları uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu'nun Cronbach Alpha güvenirlik analizi sonucu katsayı 0,72 olarak bulunmuştur (Tuzón ve Solbes, 2016). Literatürde de genel olarak bir formun güvenilirliğinin kabul edilen değerinin en az 0,7 olması gerektiği görülmüştür (Sipahi, Yurtkoru ve Çinko, 2008; Tavşancıl, 2014; Tavakol ve Dennick, 2011; Akbulut, 2010). Bu sonuç formun güvenilirliğinin iyi düzeyde ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

### **3.4 Verilerin Toplanması**

Araştırmada öncelikle verilerin toplanması amacıyla Valencia Üniversitesi 'Deneysel ve Sosyal Bilimler Öğretimi Ana Bilim Dalı' öğretim üyelerinden olan Prof. Paula Tuzon'a elektronik posta yoluyla ulaşılmıştır. Araştırmacının geliştirmiş olduğu Parçacık Fiziği Bilgi

Değerlendirme Formunu kullanabilmek amacıyla izin istenmiştir. Prof. Paula Tuzon elektronik posta yoluyla geri bildirim yaparak kullanılmasına izin ve onay verdiğini belirtmiştir (EK-1).

Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu (PFBDF), gerekli düzenlemelerin ardından Akdeniz Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenimine devam eden Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. tüm sınıflar düzeyindeki öğretmen adaylarına gerekli bilgilendirmelerin (uygulamanın yapılış amacı, nedeni ve verilen cevapların herhangi bir not ile değerlendirilmeyeceği) yapılmasının ardından uygulanmıştır.

### **3.5 Verilerin Analizi**

#### **3.5.1 Nicel Verilerin Analizi**

Araştırmadan elde edilen nicel verilen analizinde, verilen cevaplar doğrultusunda elde edilen puanlar veri seti oluşturulduktan sonra kullanılarak araştırmanın problemine ve alt problemlerine cevap aranmıştır. Bu çalışmada anlamlılık düzeyi, sosyal bilimler ve eğitim araştırmalarında kabul gören 0,05 olarak belirlenmiştir. Formdaki verilerin normallik şartını sağlaması veya sağlayamaması uygulanacak olan yöntemin seçimi açısından önemlidir. Yapılan bu araştırma için normallik şartının bakıldığı Skewness ve Kurtosis değerleri (çarpıklık ve basıklık katsayıları) beklenen aralıkta olduğundan [-2,+2], elde edilen verilerin normal dağıldığı kabul edilmiştir. Bu çalışmada değişkenler normal dağılım varsayımını karşıladığından dolayı 5., 6. ve 7. alt problemlerin çözümüne ilişkin Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA), 8. ve 9. alt problemlerin çözümüne ilişkin ise Bağımsız-Gruplar T Testi kullanılarak nicel verilerin bulgularına ulaşılmıştır. Aynı zamanda anlamlı farklılığı elde edilen araştırma bulgularının etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Varyanslara göre anlamlı farklılığın bulunduğu durumda etki büyüklüğü değerinin elde edilebilmesi için Eta-kare ilişki gücü değeri tespit edilmiştir. Eta-kare değeri için; 0,06 ve altı düşük etki büyüklüğünü, 0,06 ve 0,14 arası orta etki büyüklüğünü, 0,14 ve üstü ise yüksek etki büyüklüğünü göstermektedir.

#### **3.5.2 Nitel Verilerin Analizi**

Araştırmadan elde edilen nitel verilerin analizinde nitel araştırma veri analizi tekniklerinden biri olan betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analizde veriler, önceden belirlenen kategorilere ve kodlara göre düzenlenir. Bu analiz türünde elde edilen

veriler özetlenip yorumlanarak okuyucuya sunulur (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Tuzón ve Solbes (2016) tarafından sorulara verilen cevaplar kategorilere ayrılmış ve Fizik-Kimya kolunda öğrenimine devam eden öğrencilerden beklenen bilgi seviyelerine göre Tablo 3.1 de gösterildiği gibi düşük seviye (0 puan), orta seviye (0,5 puan) ve yüksek seviye (1 puan) olacak şekilde puanlaması yapılmıştır. Bu tür kategorilendirme sisteminin literatürde çokça kullanıldığı görülmüştür (Dellalbaş ve Soylu, 2012; Gökçek ve Açıkyıldız, 2016; Er Dede, Şen, Sarı ve Çelik, 2013; Tüzel ve Keleş, 2013).

**Tablo 3.6** *PFBD*'dan elde edilen verilerin analizinde kullanılan anlama düzeyi ölçeği

	Açıklama	Puan
Yüksek Seviye	Yüksek seviye cevap, cevabın klasik modelin ötesine geçtiğini, bilimsel açıdan geçerliliği olan, parçacık fiziğine göre güncellenmiş kavramlara doğru bir şekilde cevap verildiğini göstermektedir.	1
Orta Seviye	Orta seviye cevap, cevapların klasik modeller düzeyinde olduğu anlamına gelmektedir. Yani verilen cevaplarda parçacık fiziğinin 20.yy.ın ilk yarısından bu yana yaptığı katkılardan söz edilmez. Cevap klasik atom modeliyle sınırlıdır ve istenilen cevabın sadece bir yönünü içerir.	0,5
Düşük Seviye	Düşük seviye cevap verilen cevapların beklenen düzeyin altında olduğunu göstermektedir. Mantıksız, doğru olmayan, boş bırakılan ve bilmiyorum gibi cevapları kapsamaktadır.	0

## BÖLÜM IV

### BULGULAR

#### 4.2 Nitel Verilere İlişkin Bulgular

##### 4.2.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziğinin temelini oluşturan ‘Atomik yapı ve etkileşimleri’ hakkındaki görüşleri nelerdir? şeklinde belirlenmiştir. Bu problemin çözümü amacıyla öğretmen adaylarının PFBDF’da yer alan “*Maddenin yapı taşları nelerdir?*”, “*Doğadaki temel kuvvetler nelerdir?*”, “*Elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvet nedir?*” ve “*Foton nedir?*” sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda frekans ve yüzde analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 4.1, Tablo 4.2, Tablo 4.3 ve Tablo 4.4’de gösterilmiştir.

##### 4.2.1.1 Birinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın ilk sorusu olan “*Maddenin yapı taşları nelerdir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu şekildedir:

**Tablo 4.1** Birinci soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Atomlar, proton, nötron ve elektron	53	23,98	1
Atomlardır.	86	38,92	0,5
Proton, nötron ve elektron	56	25,34	0,5
Elementlerdir	12	5,43	0
Moleküllerdir	5	2,26	0
Boş	9	4,07	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.1 doğrultusunda Fen Bilgisi öğretmen adaylarının maddenin yapı taşlarına dair görüşleri, verdikleri cevaplara dayanarak 5 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bu soru çerçevesinde yüksek seviye cevapların %23,98’lik kısmı, orta seviye cevapların %64,26 ve

düşük seviye cevapların %11,76'lık dilimi oluşturduğu tespit edilmiştir. En fazla verilen cevap ise orta seviye cevap kategorisine ait olan 'Atomlar' (%38,92) olmuştur. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu soruda orta seviye cevap verdiği görülmektedir.

#### 4.2.1.2 İkinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci sorusu olan "Doğadaki temel kuvvetler nelerdir?" sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu şekildedir:

**Tablo 4.2** İkinci soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Elektromanyetik Kuvvet, Güçlü ve Zayıf Nükleer Kuvvetler, Kütle Çekim Kuvveti	30	13,58	1
Kütle Çekim Kuvveti	65	29,42	0,5
Kütle Çekim Kuvveti, Elektromanyetik Kuvvet, Zayıf Nükleer Kuvvet	5	2,26	0,5
Kütle Çekim Kuvveti, Nükleer Kuvvetler (Güçlü, Zayıf)	14	6,33	0,5
Kütle Çekim Kuvveti, Elektromanyetik Kuvvet	23	10,41	0,5
Güçlü ve Zayıf Nükleer Kuvvetler	5	2,26	0,5
Elektromanyetik Kuvvet, Güçlü ve Zayıf Nükleer Kuvvetler	6	2,71	0,5
Atom, element ve bileşik	4	1,81	0
İtme-çekme kuvveti, Eylemsizlik kuvveti, Kaldırma Kuvveti ve Sürtünme Kuvveti	9	4,07	0
Kuvvet, zaman, ağırlık ve hız	4	1,81	0
Kütle, uzunluk ve ivme	3	1,36	0
Boş	53	23,98	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.2'ye göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının doğadaki temel kuvvetlere dair görüşlerinin, verdikleri cevaplara dayanarak 11 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Elde edilen veriler ışığında yüksek seviye cevapların %13,58'lik dilimi, orta seviye cevapların %53,39 ve düşük seviye cevapların %33,03'lük kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen

adaylarının bu soruda en fazla ‘Kütle Çekim Kuvveti’ (%29,42) cevabını verdiği görülmektedir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda orta seviye cevap kategorisine ait yanıtlar verdiği görülmüştür.

#### 4.2.1.3 Üçüncü Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü sorusu olan “*Elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvet nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu şekildedir:

**Tablo 4.3** Üçüncü soruya ilişkin öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Elektromanyetik Kuvvet	46	20,81	1
Kütle çekim kuvveti	17	7,69	0
Merkezi çekim kuvveti	13	5,89	0
Proton (+) – elektron ilişkisi	16	7,24	0
Nükleer kuvvetler	13	5,89	0
Elektrostatik çekim kuvveti	8	3,62	0
Kimyasal Bağlar (Kovalent, İyonik, Hidrojen ve Van der Waals Bağları)	16	7,24	0
Manyetik kuvvet	5	2,26	0
Merkezkaç kuvveti	2	0,90	0
Boş	85	38,46	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.3’den elde edilen veriler ışığında elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvete dair öğretmen adayları görüşlerinin 9 farklı cevap kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler çerçevesinde yüksek seviyede cevap verme oranı %20,81, düşük seviyede cevap verme oranı %79,19 olarak tespit edilmiştir. Üçüncü soru dahilinde en fazla verilen yanıt yüksek seviye cevap kategorisine ait olan ‘Elektromanyetik kuvvet’ olmuştur. Verilen cevaplara dayanarak öğretmen adaylarının elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvete ilişkin kavram yanlışlarına sahip oldukları yorumu yapılabilir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu soruda doğru yanıtı ulaşamamıştır.

#### 4.2.1.4 Altıncı Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı sorusu olan “*Foton nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu şekildedir:

**Tablo 4.4** Altıncı soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Elektromanyetik dalga/parçacıklardır.	20	9,05	1
Işık parçacığı/paketçidir.	22	9,95	0,5
Elektronların yörüngeler arası geçişlerde yaydığı enerji paketleridir	4	1,81	0,5
Işığın dalga ve parçacık özelliğini gösterirler.	6	2,71	0,5
Işıktır	34	15,39	0
Bir elektron koparabilmek için verilmesi gereken en düşük enerjidir.	5	2,26	0
Fotoelektrik olayda kopartılan elektrona denir.	17	7,69	0
Boş	113	51,14	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.4’de görüldüğü üzere Fen Bilgisi öğretmen adaylarının fotonun tanımına ilişkin verdikleri cevaplar 7 farklı kategoride toplanmıştır. Bu soru özelinde yüksek seviye cevap yüzdesi %9,05, orta seviye cevapların yüzdesi %14,47 ve düşük seviye cevap verenlerin yüzdesi %76,48 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adayları tarafından en fazla yazılan cevap %15,39 ile ‘Işık’ olmuştur. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda düşük seviye cevap kategorisine ait yanıtlar verdiği görülmüştür.

#### 4.2.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziğinin içerisinde yer alan ‘Proton, nötron, elektron ve elektriksel etkileşime dayanan klasik atom modelinin ötesindeki model’ hakkındaki görüşleri nelerdir? şeklinde belirlenmiştir. Bu problemin çözümü amacıyla öğretmen adaylarının PFBDF’da yer alan “*Protonlar aynı elektrik yüküne sahip oldukları halde atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden nasıl bu kadar yakın bulunurlar?*”, “*Bir atom çekirdeği başka*



*bir çekirdeğe dönüşürken ne tür etkileşimler ortaya çıkar?” ve “Şu ana kadar hangi parçacıklar keşfedilmiştir?” sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda frekans ve yüzde analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.7’de gösterilmiştir.*

#### **4.2.2.1 Dördüncü Soruya İlişkin Bulgular**

Araştırmanın dördüncü sorusu olan “*Protonlar aynı elektrik yüküne sahip oldukları halde atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden nasıl bu kadar yakın bulunurlar?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5** *Dördüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi*

Açıklama	f	%	PUAN
Nükleer kuvvetler; protonların atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden bir arada yakın bir şekilde bulunmalarını sağlar.	4	1,81	1
Kütle çekim kuvveti sayesinde birbirlerini itmeden yakın bulunurlar	9	4,07	0
Elektromanyetik kuvvet; protonların atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden bir arada yakın bir şekilde bulunmalarını sağlar.	5	2,26	0
Merkezi çekim kuvveti sayesinde birbirlerini itmeden yakın bulunurlar	14	6,33	0
Proton yükleri elektron yükleriyle etkisiz hale gelir.	34	15,39	0
Nötronlar sayesinde gerçekleşir.	16	7,24	0
Enerji seviyelerindeki konumlarından dolayı birbirlerini itmeden yakın bulunurlar.	5	2,26	0
Boş	134	60,64	0
<b>Toplam</b>	<b>221</b>	<b>100,0</b>	<b>-</b>

Tablo 4.5 doğrultusunda Fen Bilgisi öğretmen adaylarının çalışmanın dördüncü sorusuna verdikleri cevapların 7 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bu soru çerçevesinde yüksek seviye cevapların %1,81’lik kısmı, düşük seviye cevapların %98,19’luk

dilimi oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun (%60,64) bu soruyu boş geçtikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla bu soruda öğretmen adayları tarafından verilen düşük seviye cevapların, yüksek seviye cevaplardan daha fazla olduğu gözükmektedir.

#### 4.2.2.2 Beşinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci sorusu olan “*Bir atom çekirdeği başka bir çekirdeğe dönüşürken ne tür etkileşimler ortaya çıkar?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.6’da verilmiştir. Tablo 4.6’da görüldüğü üzere bu soru özelinde yüksek seviye cevap düzeyi Tuzón ve Solbes (2016) tarafından belirlenmemiştir. Araştırma sorusunun birden fazla doğruya yakın cevabı içermesinden dolayı, parçacık etkileşimine dayalı ve parçacık odaklı olarak verilen bilimsel cevaplar orta seviye cevap kategorisinde ele alınmıştır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda atom çekirdeğinin dönüşümünde ortaya çıkabilecek etkileşimlere ilişkin %85,51’lik kısmın düşük seviye cevap verdiği tespit edilmiştir. Orta seviye cevap yüzdesi ise %14,49’da kalmıştır.

**Tablo 4.6** Beşinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Nükleer etkileşimler ortaya çıkar	3	1,36	0,5
Füzyon-fisyon tepkimeleri meydana gelir.	18	8,15	0,5
Radyoaktif ışınlar gerçekleşir (alfa, beta ve gama ışınları)	11	4,98	0,5
Elektron alıp verme olur.	4	1,81	0
Etki-tepki kuvveti meydana gelir	3	1,36	0
Patlamalar gözlenir	2	0,90	0
Kimyasal bağlar oluşur.	5	2,26	0
Zayıf ve kuvvetli kimyasal etkileşimler meydana gelir.	18	8,14	0
Isı ve enerji açığa çıkar.	9	4,07	0
Boş	148	66,97	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.2.3 Yedinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci sorusu çerçevesinde Tuzón ve Solbes (2016) tarafından belirlenen kategorilerden iki ve daha fazla kategori yazabilen Fen Bilgisi öğretmen adaylarının cevapları yüksek seviye cevap olarak değerlendirilmiştir. Tuzón ve Solbes (2016) tarafından belirlenen kategoriler şu şekildedir:

- Proton, nötron ve elektron
- Higgs bozonu
- Kuarklar
- Nötrinolar

Bu doğrultuda araştırmanın yedinci sorusu olan “*Şu ana kadar hangi parçacıklar keşfedilmiştir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.7’de verilmiştir. Tablo 4.7’den elde edilen veriler ışığında parçacıkların keşfine dair öğretmen adayları görüşlerinin 9 farklı cevap kategorisinde olduğu tespit edilmiştir. Yüksek seviyede cevap verme oranının %5,87’de kaldığı görülürken, adayların %45,26’lık kısmı soruyu boş bırakmıştır. Orta seviye cevapların yüzdesi %38,91 olurken, öğretmen adayları en fazla orta seviye cevap kategorisine ait olan ‘Proton, nötron, elektron’ cevabını vermişlerdir. Düşük seviye cevap yüzdesi %55,21 olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.7** Yedinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Proton, nötron, elektron ve nötrinolar	8	3,62	1
Proton, nötron, elektron ve kuarklar	2	0,90	1
Proton, nötron, elektron ve Higgs bozonu	2	0,90	1
Higgs bozonu ve nötrinolar	1	0,45	1
Proton, nötron, elektron	66	29,87	0,5
Kuarklar	14	6,33	0,5
Nötrinolar	2	0,90	0,5
Higgs bozonu	4	1,81	0,5
Atom altı parçacıklar	22	9,95	0
Boş	100	45,26	0
Toplam	221	100,0	-

### 4.2.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziği içerisinde yer alan ‘Parçacık hızlandırıcıları, çarpıştırıcılar ve güncel araştırmalar hakkındaki farkındalıkları ve görüşleri nelerdir?’ şeklinde belirlenmiştir. Bu problemin çözümü amacıyla Fen Bilgisi öğretmen adaylarının PFBDF’da yer alan “*Higgs Bozonu nedir?*”, “*Nötrinoları duydunuz mu? Ne olduklarını biliyor musunuz?*”, “*Antimadde nedir?*”, “*Antimaddenin tehlikeli olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?*”, “*İki parçacık çarpıştırılırsa neler olur?*” ve “*CERN nedir?*” sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda frekans ve yüzde analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 4.8, Tablo 4.9, Tablo 4.10, Tablo 4.11, Tablo 4.12 ve Tablo 4.13’de gösterilmiştir.

#### 4.2.3.1 Sekizinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın sekizinci sorusu olan “*Higgs Bozonu nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu şekildedir:

**Tablo 4.8** Sekizinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Maddeye kütle kazandırır	10	4,53	1
Tanrı parçacığdır	6	2,71	0
Kara delikle alakalı bir parçacıktır	2	0,90	0
Bir tür kuvvettir	2	0,90	0
Boş	201	90,96	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.8’e göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Higgs bozonuna dair tanımlamalarının ve görüşlerinin, verdikleri cevaplara dayanarak 4 farklı kategoride olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler ışığında yüksek seviye cevapların %4,53’lük dilimi, düşük seviye cevapların %95,47’lik kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının %90,96’sı soruyu boş bırakırken, en fazla yazılan cevap %4,53 ile yüksek seviye cevap kategorisine ait olan ‘Maddeye kütle kazandırır’ olmuştur. Araştırmaya katılan öğretmen

adaylarının büyük çoğunluğunun bu soruda düşük seviye cevap kategorisine ait yanıtlar verdiği görülmüştür.

#### 4.2.3.2 Dokuzuncu Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın dokuzuncu sorusu olan “Nötrinoları duydunuz mu? Ne olduklarını biliyor musunuz?” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.9’da belirtilmiştir. Tablo 4.9 doğrultusunda Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nötrinolar hakkındaki görüşleri, verdikleri cevaplara dayanarak 7 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bu soru çerçevesinde yüksek seviye cevapların %7,69’luk kısmı, düşük seviye cevapların %92,31’lik dilimi oluşturduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %52,95’i soruyu boş bırakırken, %27,15’i ‘Duymadım, bilmiyorum’ şeklinde cevaplandırmıştır. Dolayısıyla öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda düşük seviye cevap düzeyinde kaldığı görülmektedir.

**Tablo 4.9** Dokuzuncu soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Duydum, ışık hızına yakın hareket eden çok küçük parçacıklardır.	12	5,43	1
Duydum, elektriksel yükleri olmayan parçacıklardır.	5	2,26	1
Duydum ama bilmiyorum	19	8,60	0
Duymadım, bilmiyorum	60	27,15	0
Nötronların tersidir	2	0,90	0
Nötronları oluşturan daha küçük parçacıklardır.	2	0,90	0
Nötronların dönüşüme uğramasıdır	4	1,81	0
Boş	117	52,95	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.3.3 Onuncu Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onuncu sorusu olan “Antimadde nedir?” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.10’da verilmiştir.

**Tablo 4.10** Onuncu soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Maddenin zıt yüklü karşıt maddesidir.	8	3,62	1
Maddeyle bir araya geldikleri zaman birbirlerini yok ederler ve enerji açığa çıkar.	7	3,17	0,5
Karanlık maddedir	3	1,36	0
Zararlı ve tehlikeli bir maddedir.	7	3,17	0
Madde olmayandır	20	9,05	0
Boş	176	79,63	0
Toplam	221	100,0	-

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere Fen Bilgisi öğretmen adaylarının antimaddenin tanımına ilişkin verdikleri cevaplar 5 farklı kategoride toplanmıştır. Bu soru özelinde yüksek seviye cevap yüzdesi %3,62, orta seviye cevapların yüzdesi %3,17 ve düşük seviye cevap verenlerin yüzdesi %93,21 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının %79,63’lük kısmı antimadde hakkında herhangi bir görüş bildirmeyerek soruyu boş bırakmıştır. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu soruda doğru yanıtı ulaşamamıştır.

#### 4.2.3.4 Onbirinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onbirinci sorusu olan “*Antimaddenin tehlikeli olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Tablo 4.11’e göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının araştırmanın onbirinci sorusuna ilişkin görüşlerinin, verdikleri cevaplara dayanarak 6 farklı kategoride olduğu görülmektedir. Elde edilen veriler ışığında yüksek seviye cevapların %3,17’lik dilimi, düşük seviye cevapların %96,83’lük kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının %78,28’i soruyu boş bırakırken, en fazla verilen yanıt %8,15 ile ‘Evet, tehlikelidir’ olmuştur. Verilen bu yanıt araştırma sorusunu tek başına açıklamaya yeterli olmadığından doğru cevap olarak kabul edilmemiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda düşük seviye cevap kategorisine ait yanıtlar verdiği görülmüştür.

**Tablo 4.11** Onbirinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Evet, tehlikelidirler çünkü madde ile etkileşimlerinde çok yüksek enerji açığa çıkarırlar.	7	3,17	1
Evet tehlikelidir	18	8,15	0
Evet, tehlikelidir çünkü anti madde maddeden fazla olsaydı dünyamız oluşmazdı.	2	0,90	0
Evet, tehlikelidir çünkü doğaya uygun madde değildirler, canlılara zarar verebilirler.	2	0,90	0
Evet, tehlikelidir çünkü madde tehlikeli değil ise anti madde tehlikelidir.	6	2,71	0
Hayır, tehlikeli değildirler.	13	5,89	0
Boş	173	78,28	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.3.5 Onikinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onikinci sorusu olan “İki parçacık çarpıştırılırsa neler olur?” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.12’de gösterilmiştir. Tablo 4.12’den elde edilen veriler ışığında iki parçacığın çarpıştırılması durumunda ortaya çıkacak durumlara ilişkin öğretmen adayları görüşlerinin 11 farklı cevap kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Yüksek seviyede cevap verme oranının %9,51, orta seviye cevap verme oranının %9,05 ve düşük seviyede cevap verme oranının %81,44’lük kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının %45,80’i soruyu boş bırakırken, en fazla yazılan cevap %19,01 ile ‘Enerji açığa çıkar’ olmuştur. Verilen bu yanıt yanlış olmamakla birlikte araştırma konusu dahilinde olmamasından dolayı yüksek veya orta cevap seviyesi düzeyinde değerlendirmeye alınmamıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda düşük seviye cevap kategorisine ait yanıtlar verdiği görülmüştür.

**Tablo 4.12** Onikinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Başka parçacıklar meydana gelir.	11	4,98	1
Parçalanırlar.	10	4,53	1
Patlamalar gerçekleşir.	20	9,05	0,5
Kara delikler oluşabilir.	2	0,90	0
Çarpışma ile yok olur ya da birleşirler.	6	2,71	0
Big-Bang	3	1,36	0
Işık yayarlar.	6	2,71	0
Momentum gözlenir.	5	2,26	0
Higgs Bozonu	1	0,45	0
Enerji açığa çıkar	42	19,01	0
Fisyon ve füzyon tepkimeleri oluşur.	14	6,33	0
Boş	101	45,80	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.3.6 Onüçüncü Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onüçüncü sorusu olan “*CERN nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar şu Tablo 4.13’te verilmiştir.

Araştırmanın onüçüncü sorusu çerçevesinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının CERN’ün tanımına ilişkin verdikleri cevaplar Tablo 4.13’de görüldüğü gibi 11 farklı kategoride toplanmıştır. Bu soru özelinde yüksek seviye cevap yüzdesi %30,78, orta seviye cevapların yüzdesi %3,62 ve düşük seviye cevap verenlerin yüzdesi %65,60 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının %57,47’lik kısmı CERN hakkında herhangi bir görüş bildirmeyerek soruyu boş bırakırken %10,41’lik dilim ise CERN’ü parçacık fiziği ile ilgili çalışmaların yapıldığı bilimsel bir merkezi olarak belirtmişlerdir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu soruda doğru yanıtı ulaşamamıştır.



**Tablo 4.13** Onüçüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi	18	8,15	1
Dünyanın en büyük parçacık fiziği laboratuvarıdır.	12	5,43	1
Parçacık fiziği ile alakalı çalışmalar yapıldığı bilimsel bir merkezdir.	23	10,41	1
İsviçre’de bulunan bilimsel deneylerin yapıldığı araştırma merkezidir.	15	6,79	1
İçerisinde parçacık hızlandırıcıların kullanıldığı parçacık fiziği merkezidir.	8	3,62	0,5
Amaçsız bir deneydir	1	0,45	0
Üstür.	5	2,26	0
Bir şehir ismidir.	1	0,45	0
Laboratuvarıdır.	5	2,26	0
Parçacıklar ile ilgili bir deneydir.	1	0,45	0
Big-Bang’i yeniden oluşturmak için bazı devletlerin birleşmesidir.	5	2,26	0
Cevapsız	127	57,47	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziğinin günlük ve sosyal yaşamla olan bağlantısı hakkındaki farkındalıkları ve görüşleri nelerdir?’ şeklinde belirlenmiştir. Bu problemin çözümü amacıyla öğretmen adaylarının PFBDF’da yer alan “*Parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırılmasının amacı nedir?*” “*Sizce parçacık fiziği merkezinde yapılmakta olan çalışmaların önemli olmasının sebebi nedir?*”, “*Yapılan bu çalışmaların günlük hayatımıza etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl?*” ve “*Lise müfredatında parçacık fiziği hakkında yeterli içerik olduğunu düşünüyor musunuz? Daha farklı olmasını ister miydiniz? Neden?*” sorularına verdikleri cevaplar doğrultusunda frekans ve yüzde analizi yapılmıştır. Yapılan

analizler sonucunda elde edilen bulgular sırasıyla Tablo 4.14, Tablo 4.15, Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

#### 4.2.4.1 Ondördüncü Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın ondördüncü sorusu olan “*Parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırılmasının amacı nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.14’te verilmiştir. Tablo 4.14 doğrultusunda Fen Bilgisi öğretmen adaylarının araştırmanın ondördüncü sorusuna ilişkin görüşleri, verdikleri cevaplara dayanarak 8 farklı kategoride toplandığı görülmektedir. Bu soru çerçevesinde yüksek seviye cevapların %10,42’lik kısmı, orta seviye cevapların %3,62’lik kısmı ve düşük seviye cevapların %85,96’lık kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının %68,32’si soruyu boş bırakırken, %11,31’i ‘Enerji açığa çıkartmak’ amacıyla parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırıldığını öne sürmüştür. Dolayısıyla öğretmen adaylarının büyük kısmının düşük seviye cevap düzeyinde kaldığı görülmektedir.

**Tablo 4.14** Ondördüncü soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Yeni parçacıkların keşfi için	13	5,89	1
Parçacıklar hakkında daha fazla bilgiye sahip olabilmek için.	10	4,53	1
Evren ve Büyük Patlama hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için	5	2,26	0,5
Parçalamak için	3	1,36	0,5
Parçacıklara hız kazandırmak için	9	4,07	0
Fisyon-füzyon oluşturmak için	3	1,36	0
Enerji açığa çıkarmak için	25	11,31	0
Enerjiyi ölçebilmek için	2	0,90	0
Cevapsız	151	68,32	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.4.2 Onbeşinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onbeşinci sorusu olan “*Sizce parçacık fiziği merkezinde yapılmakta olan çalışmaların önemli olmasının sebebi nedir?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.15’te verilmiştir.

Tablo 4.15’den elde edilen veriler ışığında parçacık fiziği merkezinde yapılan çalışmaların önemli olmasına ilişkin öğretmen adayları görüşlerinin 7 farklı cevap kategorisinde olduğu belirlenmiştir. Yüksek seviyede cevap verme oranının %12,22 düşük seviyede cevap verme oranının %87,78’lik kısmı oluşturduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının %81,45’i soru hakkında herhangi bir görüş bildirmeyerek cevapsız bırakmışlardır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük kısmının bu soruda düşük seviye cevap kategorisine ait cevaplar verdiği görülmüştür.

**Tablo 4.15** Onbeşinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Evren hakkında bilgi sahibi olmak için önemlidir.	7	3,17	1
Yeni fikirlerin ortaya çıkması ve yeni parçacıkların keşfedilebilmesi için önemlidir.	11	4,98	1
İçerisinde yaşadığımız toplumun bilim ve teknoloji alanında gelişebilmesi açısından önemlidir.	9	4,07	1
Bilinmeyenleri bulmak adına önemlidir.	3	1,36	0
Protonunda elektron gibi hareket etmesini sağlaması açısından önemlidir.	1	0,45	0
Sonsuzu keşfedebilmek açısından önemlidir.	1	0,45	0
Enerji elde etmek için önemlidir.	9	4,07	0
Cevapsız	180	81,45	0
Toplam	221	100,0	-

#### 4.2.4.3 Onaltıncı Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onaltıncı sorusu olan “*Yapılan bu çalışmaların günlük hayatımıza etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.16’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.16** Onaltıncı soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Evet, yaşadığımız dünyayı daha iyi anlamamızı sağlar.	9	4,07	1
Evet, teknolojiye ve yaşam tarzımızda etkisi vardır.	21	9,50	1
Evet, fakat şu an değil, gelecekte etkisini görebiliriz.	10	4,53	0,5
Evet, etkisi vardır	20	9,05	0
Hayır, herhangi bir etkisi yoktur.	15	6,79	0
Cevapsız	146	66,06	0
Toplam	221	100,0	-

Araştırmanın onaltıncı sorusu çerçevesinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziği alanında yapılan araştırmaların günlük hayatımıza etkisine dair verdikleri cevaplar Tablo 4.16’da görüldüğü üzere 5 farklı kategoride toplanmıştır. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara dayanarak yüksek seviye cevap yüzdesi %13,57, orta seviye cevapların yüzdesi %4,53 ve düşük seviye cevap verenlerin yüzdesi %81,90 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının %66,06’lık kısmı yapılan çalışmaların günlük hayata etkisi hakkında herhangi bir görüş bildirmezken, %9,50’lık kısım yüksek seviye cevap kategorisine ait olan ‘teknoloji ve yaşam tarzımıza etkisi vardır’ şeklinde görüş bildirmişlerdir. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu soruda yüksek ve orta seviye cevap düzeyinde yanıt veremedikleri tespit edilmiştir.

#### 4.2.4.4 Onyedinci Soruya İlişkin Bulgular

Araştırmanın onyedinci sorusu olan “*Lise müfredatında paracık fiziği hakkında yeterli içerik olduğunu düşünüyor musunuz? Daha farklı olmasını ister miydiniz? Neden?*” sorusuna ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar Tablo 4.17’de verilmiştir.

Tablo 4.17’de görüldüğü üzere Fen Bilgisi öğretmen adaylarının araştırmanın onyedinci sorusuna ilişkin verdikleri cevaplar 10 farklı kategoride toplanmıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar doğrultusunda yüksek seviye cevap yüzdesi %1,81, orta seviye cevapların yüzdesi %36,19 ve düşük seviye cevap verenlerin yüzdesi %62,00 olarak tespit edilmiştir. Bu soruda öğretmen adaylarının %57,47’lik kısmı parçacık fiziğinin lise müfredatındaki yeterliliği hakkında herhangi bir görüş bildirmeyerek soruyu cevapsız

bırakırken sadece %1,81'lik kısım konuyu merak ettiklerinden dolayı daha ayrıntılı görmek istediğini belirtmiştir. Genel olarak soruya cevap veren öğretmen adaylarının %38,00'i lise müfredatında parçacık fiziği ile ilgili yeterli içerik olmadığını düşünürken, %4,53'ü yeterli içerik olduğuna ilişkin görüş bildirmiştir.

**Tablo 4.17** Onyedinci soruya öğretmen adaylarının verdiği cevapların analizi

Açıklama	f	%	PUAN
Hayır yeterli değil, bu konuyu merak ettiğim için daha ayrıntılı görmek isterdim.	4	1,81	1
Hayır yeterli değil, konu daha anlaşılır, sade ve farklı anlatılabilirdi.	20	9,05	0,5
Hayır yeterli değil, bu konuyu hiç görmedik.	8	3,62	0,5
Hayır yeterli değil, yeterli olsaydı konu hakkında daha fazla bilgi sahibi olurdu	11	4,98	0,5
Hayır yeterli değil, yeterli olsaydı bu sorulara daha iyi cevap verebilirdim.	16	7,24	0,5
Hayır yeterli değil, bu konu dönem sonuna denk geldiği için yeterli önem ve zaman verilmiyor.	14	6,33	0,5
Hayır yeterli değil, müfredattaki bilgiler yetersiz	9	4,07	0,5
Hayır yeterli değil, bu konu ileriki nesil için faydalı olabileceği için daha fazla yer verilmelidir.	2	0,90	0,5
Evet yeterli içerik vardı fakat bu konu anlatılmadan geçildi.	3	1,36	0
Evet yeterli içerik vardı fakat bu konu daha anlaşılabilir, sade ve farklı anlatılabilirdi.	7	3,17	0
Cevapsız	127	57,47	0
<b>Toplam</b>	<b>221</b>	<b>100,0</b>	<b>-</b>

### 4.3 Nicel Verilere İlişkin Bulgular

#### 4.3.1 Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile yaş aralıkları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?’ şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda PFBDF ‘dan elde edilen puanların yine PFBDF’nin Kişisel Bilgiler kısmında yer alan yaş değişkenine göre anlamlı bir biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir.

**Tablo 4.18** Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Yaş Aralıklarına Göre İncelenmesi

Gruplar (Başarı Puanı- Yaş Aralığı)		f	X	Ss
18-20 Yaş		151	0,170	0,110
21-23 Yaş		67	0,192	0,122
24-26 Yaş		3	0,147	0,101

ANOVA					
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0,025	2	0,013	0,970	0,381
Gruplar İçi	2,832	218	0,013		
Toplam	2,857	220			

Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.18’de gösterilmiştir. Tablo 4.18’e göre anlamlılık düzeyi  $p>0,05$  olduğundan öğretmen adaylarının elde ettikleri başarı puanları ile yaş aralıkları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

#### 4.3.2 Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile sınıf düzeyleri arasında

anlamli bir ilifski var midir?’ Őeklinde belirlenmiŐtir. Bu bađlamda PFBDF ‘dan elde edilen puanların yine PFBDF’nin KiŐisel Bilgiler kısmında yer alan sınıf dűzeyi deđiŐkenine gűre anlamli bir biŐimde farklılaŐıp farklılaŐmadıđı incelenmiŐtir. Tek Yűnlű Varyans Analizi (ANOVA) sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.19’da gűsterilmiŐtir.

**Tablo 4.19 Fen Bilgisi Őđretmen Adaylarının ParŐacık Fiziđi Bilgi Deđerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Sınıf Dűzeyine Gűre İncelenmesi**

<b>Gruplar</b>						
<b>(BaŐarı Puanı- Sınıf Dűzeyi)</b>		<b>f</b>	<b>X</b>	<b>Ss</b>		
1.sınıf		50	0,190	0,108		
2.sınıf		60	0,122	0,102		
3.sınıf		61	0,214	0,097		
4.sınıf		50	0,182	0,129		
<b>ANOVA</b>						
<b>Varyans Kaynağı</b>	<b>Kareler Toplamı</b>	<b>Sd</b>	<b>Kareler Ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>η<sup>2</sup></b>
Gruplar Arası	0,272	3	0,091	7,598	0,000	0,095
Gruplar İÇi	2,586	217	0,012			
Toplam	2,857	220				

\*p<0,05

Tablo 4.19’a gűre anlamlılık dűzeyi  $p<0,05$  olduđundan Őđretmen adaylarının elde ettikleri baŐarı puanları ile sınıf dűzeyleri arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmiŐtir. PFBDF baŐarı puanına ait etki bűyűklűđű  $\eta^2= 0,095$ ’dir. Sűz konusu farka ilifŐkin eta kare ( $\eta^2$ ) deđerini deđerlendirildiđinde etki bűyűklűđűnűn orta dűzeyde olduđu ifade edilebilir. Bu sonuŐ dođrultusunda PFBDF baŐarı puanlarına ait varyansın %9,5’luk kısmının sınıf dűzeyinden kaynaklandıđı yorumu yapılabilir. Bununla birlikte bu farklılıđın hangi gruplar arasında olduđunun belirlenmesi iŐin Őncelikle varyansların homojenliđine bakılmıŐ (Tablo 4.20) ve Fen Bilgisi Őđretmen adaylarının puanlarına ilifŐkin varyansların homojen olduđu belirlenmiŐtir ( $L_{(3,217)}=1,924$ ;  $p>0,05$ ). Bu sonuŐ dođrultusunda farklılıđın hangi gruplar arasında olduđunu belirlemek iŐin Post Hoc analizlerinden Tukey testi uygulanmıŐ ve elde edilen sonuŐlar Tablo 4.20’de gűsterilmiŐtir. Tukey testinden elde edilen veriler dođrultusunda Fen Bilgisi Őđretmen

adaylarının başarı puanları ile sınıf düzeylerine göre, 2.sınıf düzeyi ile 1.,3., ve 4.sınıf düzeyleri arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4.20'ye göre bu farkın 1., 3. ve 4. Sınıf düzeyinde olan öğretmen adayları lehine olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 4.20 Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanlar ile Sınıf Düzeyi Arasındaki Varyansların Homojenliği ve Tukey Testi Sonuçları**

<b>Varyansların Homojenliği</b>				
<b>Levene</b>	<b>Df1</b>	<b>Df2</b>	<b>p</b>	
1,924	3	217	0,127	
<b>Tukey Testi</b>				
<b>Grup İ</b>	<b>Grup J</b>	<b>Ortalamalar Arası Fark</b>	<b>Standart Hata</b>	<b>p</b>
1.sınıf	2.sınıf	0,067*	0,020	0,008
	3.sınıf	-0,024	0,020	0,655
	4.sınıf	0,007	0,021	0,985
2.sınıf	1.sınıf	-0,067*	0,020	0,008
	3.sınıf	-0,091*	0,019	0,000
	4.sınıf	-0,059*	0,020	0,024
3.sınıf	1.sınıf	0,024	0,020	0,655
	2.sınıf	0,091*	0,019	0,000
	4.sınıf	0,031	0,020	0,425
4.sınıf	1.sınıf	-0,007	0,021	0,985
	2.sınıf	0,059*	0,020	0,024
	3.sınıf	-0,031	0,020	0,425

\*p<0,05

#### 4.3.3 Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci alt problemi 'Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile bölümlerini tercih etme sıraları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?' şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda PFBDF'dan



elde edilen puanların yine PFBDF'nin Kişisel Bilgiler kısmında yer alan tercih sırası değişkenine göre anlamlı bir biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.21'de gösterilmiştir. Tablo 4.21'e göre anlamlılık düzeyi  $p>0,05$  olduğundan öğretmen adaylarının elde ettikleri başarı puanları ile tercih sıraları arasında anlamlı bir farklılık saptanamamıştır.

**Tablo 4.21** Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Tercih Sıralarına Göre İncelenmesi

Gruplar		f	X	Ss	
(Başarı Puanı- Tercih Sırası)					
1-5		105	0,188	0,118	
6-10		43	0,177	0,108	
11-15		25	0,163	0,104	
16+		25	0,141	0,094	
ANOVA					
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	0,049	3	0,016	1,309	0,273
Gruplar İçi	2,432	194	0,013		
Toplam	2,481	197			

#### 4.3.4 Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın sekizinci alt problemi 'Eğitim Fakültesi'nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?' şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda PFBDF 'dan elde edilen puanların yine PFBDF'nin Kişisel Bilgiler kısmında yer alan Cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir biçimde farklılaşıp farklılaşmadığı incelenmiştir. Bağımsız-Gruplar T Testi sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.22'de gösterilmiştir. Tablo 4.22'ye göre anlamlılık düzeyi  $p>0,05$  olduğundan öğretmen adaylarının elde ettikleri başarı puanları ile cinsiyetleri arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

**Tablo 4.22** Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Cinsiyete Göre İncelenmesi

<b>Gruplar</b> <b>(Başarı Puanı- Cinsiyet)</b>	<b>f</b>	<b>X</b>	<b>Ss</b>	<b>t</b>	<b>Sd</b>	<b>p</b>
Erkek	48	0,184	0,122	0,499	219	0,618
Kadın	173	0,174	0,111			

#### 4.3.5 Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi ‘Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının parçacık fiziği üzerine bilgi düzeyleri ile lise müfredatında yer alan ‘Atom Fiziğine Giriş’ ünitesi içerisinde verilen Atom Altı Parçacıklar konusunun işlenilip işlenilmemesi arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?’ şeklinde belirlenmiştir. Bu bağlamda PFBDF‘dan elde edilen puanların yine PFBDF’nin Kişisel Bilgiler kısmında yer alan ilgili soruya göre anlamlı bir biçimde farklılaşp farklılaşmadığı incelenmiştir. Bağımsız-Gruplar T Testi sonucunda elde edilen veriler Tablo 4.23’de gösterilmiştir. Tablo 4.23’e göre anlamlılık düzeyi  $p>0,05$  olduğundan öğretmen adaylarının elde ettikleri başarı puanları ile katılımcıların lise öğrenimlerinde Atom Fiziğine Giriş ünitesinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusunun işlenilip işlenilmemesi arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

**Tablo 4.23** Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formundan Elde Ettikleri Puanların Lise Öğrenimlerine Atom Fiziğine Giriş ünitesinde yer alan Atom Altı Parçacıklar Konusunun İşlenilip İşlenilmemesine Göre İncelenmesi

<b>Gruplar</b> <b>(Başarı Puanı- İlgili Soru)</b>	<b>f</b>	<b>X</b>	<b>Ss</b>	<b>T</b>	<b>Sd</b>	<b>p</b>
Evet	148	0,183	0,118	1,187	219	0,237
Hayır	73	0,163	0,103			

## BÖLÜM V

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

#### 5.1 Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde nitel ve nicel verilere ilişkin veri toplama araçları vasıtasıyla elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçlara, bu sonuçlara dayalı olarak tartışmaya ve önerilere yer verilmektedir. Nitel verilere ait bulgulardan elde edilen sonuçlar birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü alt probleme ilişkin sonuç ve tartışma kısmında, Nicel verilere ait bulgulardan elde edilen sonuçlar ise beşinci, altıncı, yedinci, sekizinci ve dokuzuncu alt probleme ilişkin sonuç ve tartışma kısmında sunulmuştur.

##### 5.1.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Birinci alt problemin çözümüne ilişkin araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarına, atomik yapı ve etkileşimleri hakkındaki seviyelerini ölçmek amacıyla Tuzón ve Solbes (2016) tarafından oluşturulan dört soru sorulmuştur. “*Maddenin yapı taşları nelerdir?*” ve “*Doğadaki temel kuvvetler nelerdir?*” sorularına orta seviyede cevap verenlerin oranı daha fazla iken, “*Elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvet nedir?*” ve “*Foton nedir?*” sorularında ise düşük seviye cevap verenlerin oranlarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. “*Maddenin yapı taşları nelerdir?*” sorusuna ilişkin Kaya (2018) ortaöğretim öğrencileri üzerine yaptığı çalışmada öğrencilerin çoğunluğunun atomun yapısını kısmen anladığını belirlemiştir. Koştur (2009) ilköğretim 6,7 ve 8. sınıflarda uyguladığı çalışmasında ‘en küçük yapı birimi’ olarak atom kavramı yerine molekül ve tanecik kavramlarının kullanıldığını tespit etmiştir. Sarıkaya ve Ergün (2015) ilköğretim ve ortaöğretim öğrencileri üzerine yaptıkları çalışmalarında atom ve molekül kavramlarının lise seviyesinde dahi anlaşamadığı sonucuna ulaşmışlardır. “*Foton nedir?*” sorusuna ilişkin benzer bir sonuca Ergin (2011) yaptığı çalışmada ulaşmıştır. Eryılmaz ve Şen (2010) ortaöğretim öğrencilerinin foton, fotoelektron, fotoelektrik olay, iyonlaşma enerjisi gibi kavram ve konuları anlamlı bir şekilde öğrenemediklerini ortaya koymuştur. Bu çalışmada bulunan sonuçların aksine Şen (2002) “*Foton nedir?*” sorusuna dair Fizik öğretmen adayları üzerine yaptığı çalışmasında yüksek oranda doğru cevaplara ulaşmıştır.

Araştırma sorusu çerçevesinde ortaya çıkan sonucun diğer benzer çalışmalarla büyük oranda uyduğu ifade edilebilir.

### 5.1.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

İkinci alt problemin çözümüne ilişkin araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarına, ‘klasik atom modeli teorisinin ötesindeki model’ hakkındaki seviyelerini ölçmek amacıyla Tuzón ve Solbes (2016) tarafından belirlenen üç soru yöneltilmiştir. PFBDF’da yer alan “*Protonlar aynı elektrik yüküne sahip oldukları halde atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden nasıl bu kadar yakın bulunurlar?*”, “*Bir atom çekirdeği başka bir çekirdeğe dönüşürken ne tür etkileşimler ortaya çıkar?*” ve “*Şu ana kadar hangi parçacıklar keşfedilmiştir?*” sorularında düşük seviye cevap verenlerin oranının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının proton, nötron ve elektron dışındaki atom altı parçacıklara ait bilgilerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Munk-Jakobsen (2018) “*Protonlar aynı elektrik yüküne sahip oldukları halde atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden nasıl bu kadar yakın bulunurlar?*” sorusuna ilişkin benzer bir sonuç olarak yanlış ve boş bırakılan cevap oranını doğru cevap verenlerin oranından daha fazla bulmuştur. Araştırma sorusu çerçevesinde ortaya çıkan sonucun diğer çalışma ile büyük oranda uyduğu ifade edilebilir.

### 5.1.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Üçüncü alt problemin çözümüne ilişkin araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarına, ‘Parçacık hızlandırıcıları, çarpıştırıcılar ve güncel araştırmalar’ hakkındaki farkındalıklarını ve seviyelerini ölçmek amacıyla Tuzón ve Solbes (2016) tarafından geliştirilen altı soru yöneltilmiştir. “*Higgs Bozonu nedir?*”, “*Nötrinoları duydunuz mu? Ne olduklarını biliyor musunuz?*”, “*Antimadde nedir?*”, “*Antimaddenin tehlikeli olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?*”, “*İki parçacık çarpıştırılırsa neler olur?*” ve “*CERN nedir?*” araştırma sorularında düşük seviye cevap verenlerin oranlarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık hızlandırıcıları, parçacık çarpıştırıcıları ve parçacık fiziğinde yapılan yeni araştırmalara ilişkin farkındalık düzeylerinin ve bilgi seviyelerinin yeterli olmadığı tespit edilmiştir. “*Higgs Bozonu nedir?*” sorusuna ilişkin benzer bir sonuca Munk-Jakobsen (2018) lisans öğrencileri üzerine yaptığı çalışmasında

ulaşmıştır. Bu çalışmada bulunan sonuçların aksine Sağlık (2013) Fizik öğretmen adayları üzerine yaptığı araştırmasında “*Higgs Bozonu nedir?*” sorusu için kısmen doğru ve doğru ifade yüzdelerinin yanlış cevap yüzdesinden daha fazla olduğunu saptamıştır. “*Antimadde nedir?*” sorusuna dair Munk-Jakobsen (2018) araştırmasında, çalışmamızdan elde edilen sonuçların aksine katılımcılardan elde edilen doğru ve yanlış cevap yüzdelerini eşit bulmuştur. Ergin (2011) araştırmasında katılımcılara “*CERN nedir?*” sorusuna paralellik gösteren ‘Parçacık hızlandırma ve çarpıştırma çalışmaları yapan bildiğiniz merkezleri yazınız’ şeklinde soru yönelmiştir. Çalışmamızın aksine araştırmaya katılan 15 öğretmen adayının 12’si (%80’i) CERN cevabını vermişlerdir. Araştırma sorusu çerçevesinde ortaya çıkan sonucun bu konuda yapılan diğer çalışmalarla örtüşmediği ifade edilebilir. Böyle bir durumun ortaya çıkmasının sebebi bu çalışmaların parçacık fiziği hakkında Fen Bilgisi öğretmen adaylarından daha fazla bilgiye sahip olduğu varsayılan fizik bölümü öğrencilerine uygulanmasıdır.

#### **5.1.4 Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Dördüncü alt problemin çözümüne ilişkin araştırmaya katılan Fen Bilgisi öğretmeni adaylarına, ‘Parçacık fiziğinin günlük ve sosyal yaşamla olan bağlantısı hakkındaki farkındalıklarını ve seviyelerini ölçmek amacıyla Tuzón ve Solbes (2016) tarafından geliştirilen dört soru yöneltilmiştir. PFBDF’da yer alan “*Parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırılmasının amacı nedir?*”, “*Sizce parçacık fiziği merkezinde yapılmakta olan çalışmaların önemli olmasının sebebi nedir?*”, “*CERN’de yapılan çalışmaların günlük hayatımıza etkisi olduğunu düşünüyor musunuz? Nasıl?*” ve “*Lise müfredatında parçacık fiziği hakkında yeterli içerik olduğunu düşünüyor musunuz? Daha farklı olmasını ister miydiniz? Neden?*” sorularından elde edilen veriler doğrultusunda tüm sorularda düşük seviye cevap oranının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğinin sosyal ve günlük yaşama olan etkisine ilişkin farkındalık düzeylerinin ve bilgi seviyelerinin yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ergin (2011) çalışmasında araştırmamızda yer alan “*Parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırılmasının amacı nedir?*” sorusu ile paralellik gösteren “*Günümüzde parçacıkların hızlandırılarak çarpıştırıldığı deneyler yapılabilmektedir. Sizce, bilim adamları bu deneylerle hangi sorulara cevap aramaktadır? Açıklayınız.*” sorusunu Fizik öğretmen adaylarına yönlendirmiştir. Bu araştırmada varılan sonucun aksine 15 öğretmen adayının 11’i doğru ve doğruya yakın cevaplar vermişlerdir. Sağlık (2013) çalışmasında araştırmamızda yer alan “*Sizce parçacık fiziği merkezinde*

*yapılmakta olan çalışmaların önemli olmasının sebebi nedir?” sorusuyla paralellik gösteren “Sizce deneylerin yapılış amacı nedir?” şeklinde yöneltmiştir. Bu araştırmada bulunan sonucun aksine katılımcıların büyük bir kısmı (%69) bu çalışmaların bugünkü teknolojinin geliştirilmesi için yapıldığını belirtmişlerdir. Araştırma sorusu çerçevesinde ortaya çıkan sonucun bu konuda yapılan diğer çalışmalarla örtüşmediği ifade edilebilir. Böyle bir durumun ortaya çıkmasının sebebi bu çalışmaların parçacık fiziği hakkında Fen Bilgisi öğretmen adaylarından daha fazla bilgiye sahip olduğu varsayılan fizik bölümü öğrencilerine uygulanmasıdır. Bunun yanında dördüncü alt problem çerçevesinde tespit edilen bir sonuca göre parçacıkların parçacık hızlandırıcılar içerisinde çarpıştırılmasının ve parçacık fiziği alanında yapılan çalışmaların nedeni olarak Fen Bilgisi öğretmen adayları tarafından enerji açığa çıkarmak olarak ifade edildiği görülmüştür. Parçacık fiziği alanında yapılan araştırmaların asıl amacı enerji elde etmek değil, yeni parçacıklar keşfedebilmek ve evren hakkında daha fazla bilgiye sahibi olmaktır.*

### **5.1.5 Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’ndan elde ettikleri puanlar ile yaş aralığı değişkeni arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Alanyazında parçacık fiziği ile alakalı yapılan çalışmalarda bu tür bir ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışma olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğine ilişkin farkındalıklarının ve bilgi düzeylerinin yaş aralığı değişkeninden bağımsız bir şekilde değerlendirilebileceği söylenebilir.

### **5.1.6 Altıncı Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Araştırmanın yedinci alt problemine ilişkin Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’ndan elde ettikleri puanlar ile sınıf düzeyi değişkeni incelendiğinde anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu farklılığın 2.sınıf ile 1.,3. ve 4. Sınıf düzeyleri arasında ve 1.,3. ve 4. Sınıflar lehine olduğu tespit edilmiştir. 1.,3. ve 4. Sınıf lehine olan bu farklılığın 1.sınıfların; 12.sınıf lise fizik dersinde görmüş oldukları Atom Fiziğine Giriş ünitesinde yer alan Atom Altı Parçacıklar konusuna dair bilgilerinin çok yeni olması ve bundan dolayı bu konuya dair hazırbulunuşluk düzeylerinin 2.sınıf düzeyine oranla daha yüksek olmasından kaynaklandığı, 3.sınıfların; Akdeniz Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi

A.B.D. 3.sınıf programı Güz dönemi kapsamında yer alan Fizikte Özel Konular dersinin 2 saatlik ders diliminde Doğrusal Parçacık Hızlandırıcıları konusuna değinilmiş olmasından dolayı öğretmen adaylarının konu hakkında diğer sınıf düzeylerine kıyasla daha fazla bilgi sahibi olmasından kaynaklandığı; 4.sınıfların yine Fizikte Özel Konular dersinden bilgi sahibi oldukları araştırma konusu ile alakalı önbilgiye sahip olmaları ve yaz aylarında yapılmakta olan ÖABT sınavının Fizik kısmında çıkması muhtemel “Atomlardan Kuarklara”, “Karşıt Parçacık”, “Parçacıklar Ailesi” ve “Mezonlar ve Kuarklar” gibi araştırmamızla bağlantılı konuların yer almasından dolayı 2.sınıf düzeyine oranla farkındalıklarının ve bilgi düzeylerinin yüksek olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte yapılan literatür taraması neticesinde bilgimiz dahilinde bu tür bir ilişkiyi inceleyen çalışma olmadığı tespit edilmiştir.

### **5.1.7 Yedinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’ndan elde ettikleri puanlar ile tercih sırası değişkeni arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Alanyazında bu tür bir ilişkiyi inceleyen çalışmaya bilgimiz dahilinde rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğine ilişkin farkındalıklarının ve bilgi düzeylerinin tercih sırası değişkeninden bağımsız bir şekilde değerlendirilebileceği söylenebilir.

### **5.1.8 Sekizinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’ndan elde ettikleri puanlar ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonucun aksine Tuzón ve Solbes (2016) Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu’ndan elde ettikleri puanlar ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık olduğunu tespit etmiştir ( $p=0,042$ ) Bu farklılığın farklı öğretim metodolojilerinden veya çalışmada araştırılmayan diğer değişkenlerden (sosyo-ekonomik düzey gibi) kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte Fen Bilgisi öğretmen adaylarının parçacık fiziğine ilişkin farkındalıklarının ve bilgi düzeylerinin cinsiyet değişkeninden bağımsız bir şekilde değerlendirilebileceği söylenebilir.

### 5.1.9 Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu'ndan elde ettikleri puanlar ile lise müfredatında yer alan 'Atom Fiziğine Giriş' ünitesi içerisinde verilen Atom Altı Parçacıklar konusunun işlenilip işlenilmemesi değişkeni arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu (%66,97) bu soruda EVET yanıtını vermelerine rağmen araştırma sorularını cevaplandırmakta ve yorumlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle lisede öğretilen parçacık fiziği ile alakalı bilgilerin yeterli olmadığı, verilen bilgilerinde kalıcılığının sınırlı ve yetersiz olduğu yorumu yapılabilir. Bununla birlikte yapılan literatür taraması neticesinde bilgimiz dahilinde bu tür bir ilişkiyi inceleyen çalışma olmadığı görülmüştür.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının atomik yapı ve etkileşimleri hakkındaki bilgilerinin klasik atom teorisinin ötesindeki model, parçacık hızlandırıcılar, çarpıştırıcılar ve güncel araştırmalar, parçacık fiziğinin günlük ve sosyal yaşamla olan bağlantısı konu başlıklarına göre daha iyi durumda olduğu buna karşın sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Bu sonuçtan hareketle katılımcıların atom altı parçacıkları tanımlamakta güçlük çektiği, bu parçacıklara ilişkin net bir fikirlerinin olmadığı, parçacık hızlandırıcıları ve hızlandırıcılarda yapılan çalışmalara yönelik güncel gelişmeleri takip etmekte yetersiz kaldıkları yorumu yapılabilir. Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. öğrencilerinin büyük çoğunluğu lise öğrenimlerinde Atom Fiziğine Giriş ünitesini işlediklerini belirtmelerine rağmen (bknz. Tablo 3.5) araştırma sorularını cevaplandırmakta yetersiz kaldıkları görülmüştür. Oysa ki 12.sınıf lise fizik müfredatının 4.ünitesinde (Atom Fiziğine Giriş) araştırmamızla doğrudan bağlantılı olarak Atom kavramı ve klasik atom modeli, Atom altı parçacıklar ve temel özellikleri, Standart Model, Doğadaki temel kuvvetler, Kütle ve Higgs bozonu, Madde ve Antimadde kavramları verilmektedir. Benzer şekilde 12.sınıf lise fizik müfredatının 5.ünitesinde (Modern Fizik) Foton kavramı detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Ortaya çıkan bu durum üniversiteye giriş sınavında bu konu ve kavramlara yönelik az sayıda soru çıkması ile açıklanabilir.

Tüm problem durumlarına ait sonuçlara ilişkin öğretmen adaylarının, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D. lisans müfredatında yer almamakla birlikte parçacık fiziği hakkında farkındalıklarının ve bilgi düzeylerinin sınırlı olduğu aynı zamanda temel fizik ve parçacık fiziğinde yer alan kavramlara ilişkin kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışları şu şekildedir:



- Atom kavramı yerine element ve molekül kavramları kullanılmıştır.
- Foton kavramı yerine iyonlaşma enerjisi ve foto elektron tanımlamaları yapılmıştır.
- Anti-madde kavramı yerine karanlık madde kavramı kullanılmıştır.
- Higgs bozonu kavramına ilişkin bilimsel bir tanımlamadan ziyade daha çok medya tarafından lanse edilen Tanrı Parçacığı kavramı kullanılmıştır.
- Doğadaki temel kuvvetlere ilişkin kuvvet, zaman, ağırlık, hız, kütle, uzunluk gibi kavramlar ve itme-çekme, eylemsizlik, kaldırma ve sürtünme kuvvetleri gibi temel kuvvetlere dahil olmayan kuvvet türleri kullanılmıştır.
- CERN kavramının bir şehir veya bir deney ismi olacağı düşünülmüştür. CERN içerisinde parçacık fiziği merkezli deneylerin yapıldığı bir araştırma merkezi olup, bu kavramın daha çok medya ve internette 'CERN Deneyi' şeklinde geçmesinin kavram yanlışlığına yol açtığı düşünülebilir.

## 5.2. Öneriler

- Fen Bilgisi öğretmen adaylarının genel olarak parçacık fiziğinin dahil olduğu soruları cevaplandırmakta ve sorular hakkında yorum yapmakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Bu sebeple Fen Bilgisi öğretmen adayları parçacık fiziği alanında yapılan her türlü araştırmayı ve yaşanan gelişmeleri takip etmeye özendirilmelidir.

- Ülkemizde her yıl düzenlemekte olan bilim şenlikleri, atölyeler, fuarlar gibi bilimsel etkinliklerin sayısı arttırılmalı ve bu etkinliklerde parçacık fiziği alanına giren deneylere, gözlemlere vs. daha fazla yer verilmelidir.

- Yurtdışında parçacık fiziği CERN kuruluşu ve ilgili ülkedeki akademisyenler tarafından düzenlenen çeşitli etkinlik ve atölyeler ile ilkökul ve ortaokul seviyesine taşınmıştır. Ülkemizde de parçacık fiziği hakkında araştırma yapan kurum ve kuruluşlar akademisyenler ile iş birliği içerisinde ilkökul ve ortaokul düzeyinde çeşitli eğitimler verebilirler.

- Fen Bilgisi öğretmen adaylarının araştırma kapsamında özellikle lise düzeyinde verilen kavramlara ilişkin yanılgılara sahip olduğu görülmüştür. Bu nedenle ilgili eğitimcilerin hazırlamış oldukları öğretim programlarında kavram yanılgılarını dikkate almaları önem arz etmektedir.

- Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına parçacık fiziği hakkında eğitimler verilerek yapılan yeni araştırmalar hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanırken, bilgilerini güncel tutmaları sayesinde yeni nesil öğrenciler için ileride oluşabilecek kavram yanılgılarının önüne geçilebilir.

- Ülkemizde fizik ve fen bilimleri alanlarında yapılan çalışmaların içerisinde parçacık fiziği alanında yazılan makale ve tezlerin sayısının az olduğu bilinmektedir. Bu sayının arttırılması parçacık fiziği alanında çalışma yapmak isteyen bireylerin veya kurumların daha teşvikkâr ve istekli olmalarını sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

About CERN. (t.y.). <https://home.cern/about> adresinden 24.11.2018 tarihinde alınmıştır.

About CERNland. (t.y.). <http://cernland.net/about.php?l=tr> adresinden 16.10.2018 tarihinde alınmıştır.

Açıkgöz Ün, K. (1996). Etkili Öğrenme ve Öğretme. İzmir: Tanyılmaz Matbaası.

Akbulut, Y. (2010). Sosyal Bilimlerde SPSS Uygulamaları. İstanbul: İdeal Kültür.

Akgün, B., Ünel, G., Erhan, S., Sekmen, S., Köse, U. ve Yıldız, V. (2014). Meraklısına Parçacık ve Hızlandırıcı Fiziği. <https://indico.cern.ch/event/308126/attachments/588109/809376/ana.pdf> adresinden 10.01.2019 tarihinde alınmıştır.

Akkurt, İ. (2013). Parçacık Hızlandırıcıları ve Türk Hızlandırıcı Merkezi (THM) Projesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 10-11.

ATLAS Colouring Book. (t.y.). <https://atlas.cern/colouring-book> adresinden 08.12.2018 tarihinde alınmıştır.

Bahar, M., Gündüz, S. ve Doğan, S. (2006). Bilim Tarihine Bir Bakış. M. Bahar (Ed.). Fen ve Teknoloji Öğretimi (s. 2-35). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Batdal, G. (2005). Öğrenci Odaklı Bir Yaklaşımla İlköğretim Matematik Programlarının Değerlendirilmesi. XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi içinde (343-346). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Barlow, R. (1992). Particle Physics: From School to University. Physics Education, 27(2), 92-95

Bilow, U. & Kobel, M. (2014). *International Masterclasses – Bringing LHC Data to School Children*. EPJ Web of Sciences, 71, doi: 10.1051/epjconf/20147100017

Brown, M. L. & Hoddeson, L. (1983). The Birth of Particle Physics. New York: Cambridge University Press.

CERN launches internship programme for high-school students. (2017, 2 Haziran). <https://home.cern/news/news/cern/cern-launches-internship-programme-high-school-students> adresinden 11.02.2019 tarihinde alınmıştır.

CERN’de Yapılan Çalışmalar. (t.y.). <https://www.taek.gov.tr/tr/sesame/1036-cern-arastirmalar.html> adresinden 05.04.2019 tarihinde alınmıştır.

Creswell, J.W. (2003). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Çepni, S. (2012). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Geliştirilmiş 6. Baskı, Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Dellalbaş, O. ve Soylu, Y. (2012). Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Alan Bilgileri ile Pedagojik Alan Bilgileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. The Journal of Academic Social Science Studies, 5(8),997-1012.

Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K. ve Çavuş, S. (2012). Bilimin Doğası ve Öğretimi (2.baskı). Ankara: Pegem Akademi

Er Dede, T., Şen, Ö. F., Sarı, U. ve Çelik, H. (2013). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirme düzeyleri. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2(2),209-216.

Ergin, A. (2011). *Fizik Öğretmeni Adaylarının Temel ve Bileşik Parçacıklar ile Parçacık Hızlandırıcılarına Dair Görüşlerinin Belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Eryılmaz, Ö. ve Şen, A. İ. (2010, Eylül). Ortaöğretim 12.sınıf öğrencilerinin modern fizik konusundaki kavramlarının kavram haritaları ile belirlenmesi. 9. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bildiri özet kitabı (s.36), Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.

Gökçek, T. ve Açıkyıldız, G. (2016). Matematik Öğretmeni Adaylarının Türev Kavramıyla İlgili Yaptıkları Hatalar. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 7(1), 112-141.

Griffiths, D. (2008). Introduction To Elementary Particles, 2. Revised Edition, Germany: WILEY-VCH

Hands On Particle Physics Masterclasses Particle Physics Institutes. (t.y.). <https://physicsmasterclasses.org/index.php?cat=country> adresinden 12.11.2018 tarihinde alınmıştır.

Higgs, P. W., (1964). Broken symmetries and the masses of gauge bosons. Physical Review Letters, 13 (16), 508

High-school internship programme opens next phase. (2018, 25 Ocak). <https://home.cern/news/news/cern/high-school-internship-programme-opens-next-phase> adresinden 11.02.2019 tarihinde alınmıştır.

How particle physics improves your life. (2013, 26 Mart). <https://www.symmetrymagazine.org/article/march-2013/how-particle-physics-improves-your-life> adresinden 15.01.2019 tarihinde alınmıştır.

International Masterclasses. (t.y.). <https://physicsmasterclasses.org/index.php> adresinden 12.11.2018 tarihinde alınmıştır.

Johansson, K. E., Kobel, B., Hillebrandt, D., Engeln, K. & Euler, M. (2007). *European Particle Physics Masterclasses Make Students Scientists For a Day*. Physics Education, 42, 636-644

Kaptan, F. (1999). Fen Bilgisi Öğretimi. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Kaya, A. (2018). Ortaöğretim Öğrencilerinin Atom Kavramını Anlama Seviyelerinin Tespiti. MSKU Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(1). doi: 10.21666/muefd.309222

Koştur, H., İ. (2009). “Maddenin Tanecikli Yapısı” Ünitesindeki Kavramların Anlama Düzeylerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Martin, R. B. & Shaw, G. (2008). Particle Physics. United Kingdom: John Wiley and Sons Publication.

Marx, K. H. (2002). Demokritos ile Epikouros’un Doğa Felsefelerindeki Ayırım (S. Babür, Çev.). Ankara: Ayraç Yayınları

MEB, 2007, Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı, Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB, 2013, Ortaöğretim Fizik Dersi Öğretim Programı, Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB, 2017, İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

MEB, 2018, İlköğretim Kurumları Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı, Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Munk-Jakobsen, N. (2018). *Lisans Öğrencilerinin Parçacık Fiziği Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanılgıları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Olah, E., Adam, P., Beni, N., Hamar, G., Horvath, A., Jancso, G., ... Varga, D. (2016). *Particle Physics Education in Hungary*. Nuclear and Particle Physics Proceedings, 273-275, 2569-2571. doi: 10.1016/j.nuclphysbps.2015.09.462

Onwuegbuzie, A. J. & Leech, N. L. (2004). "Enhancing the Interpretation of Significant Findings: The Role of Mixed Methods Research". *The Qualitative Report*, 9(4), 770-792.

Particle Zoo Around the World. (t.y.). <https://www.particlezoo.net/pages/particle-zoo-resume> adresinden 19.10.2018 tarihinde alınmıştır.

Pavlidou, M. & Lazzeroni C. (2016). *Particle physics for primary schools—enthusing future physicists*. *Physics Education*, IOP Publishing Ltd, 51(5), doi: 10.1088/0031-9120/51/5/054003

Sağlık, S. (2013). *Fizik Öğretmen Adayları ve Medyada ki CERN*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Sarıkaya, M., ve Ergün, A. (2015). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atom ve moleküllerin şekli üzerine bazı fiziksel etkenlerin etkisini anlamalarının araştırılması*. *Turkish Journal of Education*, 3(3), 56-73.

Sipahi B., Yurtkoru, E.S., Çinko M., (2008). *Sosyal Bilimlerde SPSS ile Veri Analizi*, İstanbul: Beta Yayınları.

Sümer, B. (2007). *Bilgi Toplumuna Dönüşüm Sürecinin Avrupa ve Türkiye’de İstihdam Yaratmaya Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

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.

Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach’s alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53-55.

Tavşancıl, E. (2014). *Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Thomson, M. (2013). *Modern Particle Physics*. United Kingdom: Cambridge University Press

Tuzón, P. & Solbes, J. (2015, Temmuz). *Testing a Teaching Intervention Strategy On Particle Physics For High School Students*. Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa, Valencia, Spain.

Tuzón, P. & Solbes, J. (2016). *Particle Physics in High School: A Diagnose Study*. Plos One, 11(6), doi: 10.1371/journal.pone.0156526

Tüzel, S. ve Keleş, E. (2013). Dinlenme Öncesi ve Dinlenme Sonrası Verilen Soruların 5.Sınıf Öğrencilerinin Dinlediğini Anlama Beceri Düzeyine Etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(23), 27-45.

Ülken, H. Z. (1968). Varlık ve Oluş. Ankara: Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Yayınları.

Where did it all begin? (t.y.). <https://home.cern/about/who-we-are/our-history> adresinden 08.12.2018 tarihinde alınmıştır.

Worsley, A. (2012). Everything is Physics Book 3 Particle Physics and the Quarks Revealed. doi: 10.13140/2.1.4222.5444

Yazıcı, E. (2014, 7 Ocak). Neden Parçacık Fiziği? [Blog yazısı]. <http://yazicienis.blogspot.com/2014/01/neden-parcack-fizigi.html> adresinden 27.02.2019 tarihinde alınmıştır.

Yıldırım, C. (2003). Bilim Tarihi. Ankara: Remzi Kitabevi.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayınevi.

Yin, R. K. (2003). Case study research: Design and methods (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

## **EKLER**

Ek-1 Ölçek Kullanım İzni

Ek-2 Ölçek Uygulama İzni (Akdeniz Üniversitesi)

Ek-3 Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu

Ek-4 Bildirim Sayfası



## Ek-1 Ölçek Kullanım İzni

YNT: test permission

Mustafa Hostut <mhostut@akdeniz.edu.tr>

2.6.2017 (Cum) 14:44

Kime:ahmetsalih91@hotmail.com <ahmetsalih91@hotmail.com>;

El 29 may 2017, a las 13:45, Mustafa Hostut <mhostut@akdeniz.edu.tr> escribió:

Dear Paula,

We have seen your research article titled "Particle Physics in High School: A Diagnose Study". We appreciate that your study will shed light on science education since it is an interesting topic and up to date work. We would like to use your test described in your research article to our science education undergraduate students for analysing their understanding of particle physics and their point of views. If you give permission to use your test, we would be grateful.

Your Sincerely

Prof.Dr.Mustafa Hoştut  
Akdeniz Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi  
Ortaöğretim Fen ve Mat. Alanlar Eğit. Böl.  
Fizik Eğitimi  
Tel:(242) 310 6075

**Kimden:** Paula Tuzon [paula.tuzon@uv.es]

**Gönderildi:** 31 Mayıs 2017 Çarşamba 10:35

**Kime:** Mustafa Hostut

**Konu:** Re: test permission

Dear Dr Mustafa,

sure, you can use our test. It is published so it is available for other studies.

Your sincerely,

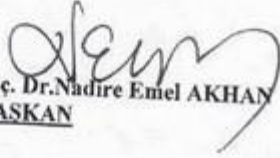
Paula Tuzón

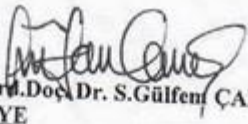
**Ek-2 Ölçek Uygulama İzni (Akdeniz Üniversitesi)**

T.C.  
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM FAKÜLTESİ  
BİLİM KURULU KARARLARI

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	KARAR TARİHİ
26	1	19/10/2017

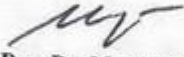
**KARAR 1:** Enstitümüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı Prof. Dr. Mustafa HOŞTUT danışmanlığındaki 20165417001 numaralı öğrencisi Ahmet Salih ÖĞRETEN' in "CERN' de Yapılan Çalışmalar Doğrultusunda Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Parçacık Fiziği Üzerine Farkındalıkları ve Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi" isimli tez konusu kapsamında Fakültemiz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim görmekte olan öğrencilere ekte belirtilen testi uygulayabilmesinin uygunluğuna;

  
Doç. Dr. Nadire Emel AKHAN  
BASKAN

  
Yrd. Doç. Dr. S. Gülfen ÇAKIR  
ÜYE

Doç. Dr. Sinem SEZER  
ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Mevlüt GÜLMEZ  
ÜYE

  
Yrd. Doç. Dr. Mustafa DOĞRU  
ÜYE

## Ek-3 Parçacık Fiziği Bilgi Değerlendirme Formu

### PARÇACIK FİZİĞİ BİLGİ DEĞERLENDİRME FORMU

#### KİŞİSEL BİLGİLER

Cinsiyetiniz : Erkek ( ) Kadın ( )

Yaşınız :

Sınıfınız :

Üniversiteye girişteki tercih sıranız :

Lisede Atom Fiziğine Giriş (Atom Altı Parçacıklar / Parçacık Fiziği) konusunu işlediniz mi ? Evet ( ) Hayır ( )

**Değerli öğrenciler, aşağıda 17 adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu sorular Parçacık Fiziği hakkında bilgilerinizi ölçmeye yöneliktir. Soruları cevaplarken okullarda öğrendiğiniz bilgilerin yanı sıra medyadan (TV, internet vb.) öğrendiğiniz bilgilerden de yararlanabilirsiniz. Elde edilecek bilgiler tamamen bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma sonucunda elde edilecek sonuçların bilimsel geçerliği ve güvenilirliği, sizin samimiyetinize ve içtenliğinize bağlıdır. Katılımınız için teşekkür ederim.**

- 1) Maddenin yapı taşları nelerdir ?
- 2) Doğadaki temel kuvvetler nelerdir ?
- 3) Elektronu atom çekirdeğine bağlayan kuvvet nedir ?
- 4) Eğer protonlar aynı elektrik yüküne sahip ise atom çekirdeğinde birbirlerini itmeden nasıl bu kadar yakın bulunurlar?
- 5) Bir atom çekirdeği başka bir çekirdeğe dönüşürken ne tür etkileşimler ortaya çıkar ?
- 6) Foton nedir ?

- 7) Sizce şu ana kadar hangi parçacıklar keşfedilmiştir?
- 8) Higgs bozonu nedir ?
- 9) Nötrinoları duydunuz mu ? Nötrinoların ne olduklarını biliyor musunuz ?
- 10) Anti-madde nedir ?
- 11) Anti-maddenin tehlikeli olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?
- 12) İki parçacık çarpıştırılırsa neler olur ?
- 13) CERN nedir ?
- 14) Parçacıkların bir hızlandırıcı içerisinde çarpıştırılmasının amacı nedir ?
- 15) Sizce parçacık fiziği merkezinde yapılan bu çalışmaların önemli olmasının sebebi nedir ?
- 16) Yapılan bu çalışmaların günlük hayatımıza etkisi olduğunu düşünüyor musunuz ? Nasıl ?
- 17) Lise müfredatında parçacık fiziği hakkında yeterli içerik olduğunu düşünüyor musunuz ? Daha farklı olmasını ister miydiniz ? Neden ?

## **Ek-4 Bildirim Sayfası**

### **BİLDİRİM**

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

02 / 04 / 2019

Ahmet Salih ÖĞRETEN

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Adı Soyadı:** Ahmet Salih ÖĞRETEN

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Bafra / 15.08.1991

### Eğitim Durumu

**Lisans:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Bölümü (2009-2014)

**Yüksek Lisans:** Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı (2016-2019)

**Yabancı Dil:** İngilizce

### İletişim

**E-Posta Adresi:** [ahmetsalih91@hotmail.com](mailto:ahmetsalih91@hotmail.com)

[physicshmt@gmail.com](mailto:physicshmt@gmail.com)

# İNTİHAL RAPORU

11.04.2019

Turnitin

<b>Turnitin Orjinallik Raporu</b>	
İzleme kodu: 11-Nis-2019 10:48 +03	
NUMARA: 1110255173	
Kelime Sayısı: 15866	
Gönderildi: 1	
<b>Benzerlik Endeksi</b> <b>0%17</b>	<b>Kaynağa göre Benzerlik</b> İnternet Sources: %17 Yayımlar: %5 Öğrenci Ödevleri: %A
<b>CERN'DE YAPILAN ÇALIŞMALAR DOĞRULTUSUNDA FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ PARÇACIK FİZİĞİ ÜZERİNE FARKINDALIKLARI VE BİLGİ DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ</b> Ahmet Salih Öğreten tarafından	

2% match (22-Haz-2014 tarihli internet) <a href="http://193.255.184.8/tez.pdf/32614.pdf">http://193.255.184.8/tez.pdf/32614.pdf</a>
1% match (15-Nis-2016 tarihli internet) <a href="http://egitimbilim.ekdeniz.edu.tr/wp-content/uploads/2016/04/TEZYAZIM-KIYALUZU_20160415.pdf">http://egitimbilim.ekdeniz.edu.tr/wp-content/uploads/2016/04/TEZYAZIM-KIYALUZU_20160415.pdf</a>
1% match (25-Şub-2014 tarihli internet) <a href="http://www.sevaller.com/files/DTez_IlkerCirk_2010.pdf">http://www.sevaller.com/files/DTez_IlkerCirk_2010.pdf</a>
1% match (17-May-2015 tarihli internet) <a href="http://library.cu.edu.tr/tezler/6068.pdf">http://library.cu.edu.tr/tezler/6068.pdf</a>
< 1% match (11-Nis-2019 tarihli internet) <a href="http://cernland.net/about.php?l=tr">http://cernland.net/about.php?l=tr</a>
< 1% match (03-Oca-2019 tarihli internet) <a href="http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2257/280701.pdf?sequence=1">http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2257/280701.pdf?sequence=1</a>
< 1% match (23-Kas-2016 tarihli internet) <a href="http://readgur.com/doc/664936/g%C3%B6ster-a%C3%A7---%CC%87n%C3%B6n%C3%BC-%C3%BCniversitesi">http://readgur.com/doc/664936/g%C3%B6ster-a%C3%A7---%CC%87n%C3%B6n%C3%BC-%C3%BCniversitesi</a>
< 1% match (05-Şub-2019 tarihli internet) <a href="http://sempozyumlar.emasya.edu.tr/media/1030/iltis.pdf">http://sempozyumlar.emasya.edu.tr/media/1030/iltis.pdf</a>
< 1% match (11-Nis-2019 tarihli internet) <a href="https://indico.cern.ch/event/308126/attachments/588109/809376/ana.pdf">https://indico.cern.ch/event/308126/attachments/588109/809376/ana.pdf</a>
< 1% match (11-Tem-2015 tarihli internet) <a href="http://ejercongress.org/pdf/Bildirikibab%C4%B12015.pdf">http://ejercongress.org/pdf/Bildirikibab%C4%B12015.pdf</a>
< 1% match (11-Eki-2015 tarihli internet) <a href="http://dergiipark.ulakbim.gov.tr/esosder/article/download/5000068527/5000063589">http://dergiipark.ulakbim.gov.tr/esosder/article/download/5000068527/5000063589</a>
< 1% match (05-Kas-2018 tarihli internet) <a href="http://www.eab.org.tr/eab/media/kitap/EAB_Kongre_Kitap_2016.pdf">http://www.eab.org.tr/eab/media/kitap/EAB_Kongre_Kitap_2016.pdf</a>
< 1% match (27-May-2016 tarihli internet) <a href="http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/7183/286508.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1">http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/7183/286508.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1</a>
< 1% match (02-Ağu-2018 tarihli internet) <a href="http://adudspace.edu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11607/634/10016185.pdf?isAllowed=n&amp;sequence=1">http://adudspace.edu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11607/634/10016185.pdf?isAllowed=n&amp;sequence=1</a>
< 1% match (18-Eki-2018 tarihli internet) <a href="http://docs.neu.edu.tr/library/6685423362.pdf">http://docs.neu.edu.tr/library/6685423362.pdf</a>
< 1% match (19-Haz-2017 tarihli internet) <a href="http://www.ices-uebk.org/dosyalar/files/ices2017ozetkitabi_v1.pdf">http://www.ices-uebk.org/dosyalar/files/ices2017ozetkitabi_v1.pdf</a>
< 1% match (yayımlar) EROĞLU, Banş and AYDOĞDU, Mustafa, "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Küresel İsrar Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi", Uludağ Üniversitesi, 2016.
< 1% match (17-Şub-2019 tarihli internet) <a href="https://ebil.erciyes.edu.tr/dosyalar/ebil-70-2018-2019-fen-bilgisi-egitimi-bilim-dali--ders-goreviyendirilmesi-yl-dir-guz.pdf">https://ebil.erciyes.edu.tr/dosyalar/ebil-70-2018-2019-fen-bilgisi-egitimi-bilim-dali--ders-goreviyendirilmesi-yl-dir-guz.pdf</a>
< 1% match (27-May-2016 tarihli internet) <a href="http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/7357/211583.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1">http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/7357/211583.pdf?isAllowed=y&amp;sequence=1</a>
< 1% match (13-Oca-2019 tarihli internet) <a href="https://toad.edam.com.tr/sites/default/files/pdf/kisilerarasi-gucler-envanteri-toad.pdf">https://toad.edam.com.tr/sites/default/files/pdf/kisilerarasi-gucler-envanteri-toad.pdf</a>
< 1% match (25-May-2016 tarihli internet)