

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NÜKLEER  
SANTRALLERE YÖNELİK TUTUMLARININ  
BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan  
Polat TOKMAK**

**Danışman  
Doç. Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019  
KAYSERİ**

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NÜKLEER  
SANTRALLERE YÖNELİK TUTUMLARININ  
BELİRLENMESİ  
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Polat TOKMAK**

**Danışman  
Doç. Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN**

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Birimi tarafından SYL-2018-8083 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Haziran 2019  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

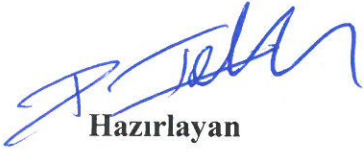
Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Polat TOKMAK

## YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nükleer Santrallere Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.



**Hazırlayan**

Polat TOKMAK



**Danışman**

Doç. Dr. Fulya Öner ARMAĞAN

**Matematik ve Fen Bilimleri ABD Başkanı**



Prof. Dr. Hasan KAYA

**KABUL VE ONAY**

**Doç. Dr. Fulya Öner ARMAĞAN** danışmanlığında **Polat TOKMAK** tarafından hazırlanan “**Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nükleer Santrallere Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü **İlköğretim** Anabilim Dalında **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

17/06/2019

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Fulya Öner ARMAĞAN

Üye : Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ

Üye : Doç. Dr. Ela Ayşe KÖKSAL

.....  
.....  
.....

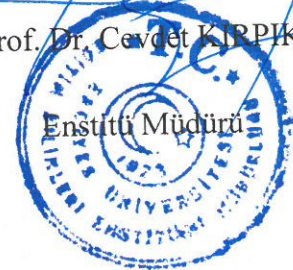
**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 27/06/2019 tarih ve ..28..03...sayılı kararı ile onaylanmış olup, öğrencinin mezuniyet tarihi 26/06/2019 'dir.

.....27.../06/2019

Prof. Dr. Cevdet KIRPIK

Enstitü Müdürü



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince ve çalışmalarım sırasında yardımını ve değerli zamanını esirgemeyen, bana hep destek olan sevgili danışmanın Doç. Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmama olan katkıları ve kıymetli görüşleri için Doç. Dr. Oktay BEKTAŞ'a çok teşekkür ederim.

Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi'nin yüksek lisans tez dönemim süresince göstermiş oldukları destekleri nedeniyle teşekkür ediyorum.

Ayrıca araştırmada verilerin toplanması sırasında emeği geçen araştırmacılara ve öğretmen adaylarına çok teşekkür ediyorum.

Gerek ders dönemi gerekse tez çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olup bana destek olan anneme, babama ve ablama teşekkürü bir borç bilirim.

Polat TOKMAK

Haziran 2019, KAYSERİ

# FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NÜKLEER SANTRALLERE YÖNELİK TUTUMLARININ BELİRLENMESİ

Polat TOKMAK

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2019  
Danışman Doç. Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN

## ÖZET

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumlarının cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2018-2019 akademik yılında Türkiye’de farklı üniversitelerde öğrenim gören 605 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Verilerin toplanmasında Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından geliştirilen “Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Bu araştırmada ölçeğin Cronbach’s alpha değeri .934 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın verileri SPSS 22.0 paket programı ile analiz edilmiştir. Çalışma bulgularına göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumlarının genel olarak olumlu olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının tutum düzeyleri sınıf düzeyleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Öte yandan fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumlarının cinsiyet bakımından erkek adaylar lehine istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, ölçeğin Türkiye’de nükleer santral kurulması planlanan Akkuyu ve Sinop bölge halkını kapsayacak şekilde tekrarlanması ve tutum ölçeğine ek olarak nitel veri toplama araçlarının da kullanılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Nükleer Santraller, Sosyobilimsel Konular, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tutumları

## **DETERMINATION OF THE ATTITUDES OF PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS TOWARDS NUCLEAR POWER PLANTS**

**Polat TOKMAK**

**Erciyes University, Institute of Education Sciences  
Master's Thesis, June 2019  
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fulya ÖNER ARMAĞAN**

### **ABSTRACT**

In this research, it was aimed to investigate towards nuclear power plants attitudes of pre-service science teachers in terms of grade level and gender. The research was carried out with 605 pre-service science teachers who were studying at different universities in Turkey in the academic year of 2018-2019. "Measure of Attitudes Toward Nuclear Power Plants" developed by Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) was used as data collection. The Cronbach's alpha value of the scale .934 was determined. The data of the study were analyzed with the SPSS 22.0 packaged software. Based on the results, it was concluded that it was determined that science teachers' attitudes towards nuclear power plants were generally positive. The findings showed that there was no statistically significant difference among nuclear power plants attitudes of the pre-service science teachers in terms of grade level. On the other hand, it was determined that pre-service science teachers' attitudes towards nuclear power plants differed statistically in favor of male candidates in terms of gender. It is recommended that the scale is also used for people staying Akkuyu and Sinop which are planned to establish a nuclear power plant in Turkey. In addition, qualitative data collection tools are recommended to use.

**Keywords:** Nuclear Power Plants, Socioscientific Issues, Attitudes of Pre-Service Science Teachers



## İÇİNDEKİLER

### FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NÜKLEER SANTRALLERE YÖNELİK TUTUMLARININ BELİRLENMESİ

<b>BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK</b> .....	<b>ii</b>
<b>YÖNERGEYE UYGUNLUK</b> .....	<b>iii</b>
<b>KABUL VE ONAY</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu .....	1
1.1.1. Araştırma Sorusu .....	6
1.1.2. Araştırmanın Alt Problemleri .....	6
1.2. Araştırmanın Amacı .....	6
1.3. Araştırmanın Önemi .....	7
1.4. Sayıtlılar .....	8
1.5. Sınırlılıklar.....	8
<b>ENERJİ NEDİR?</b> .....	<b>9</b>
2.1. Enerji Kaynakları .....	10
2.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları .....	10
2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	22

2.7. İlgili Araştırmalar .....	34
<b>YÖNTEM.....</b>	<b>55</b>
3.1. Araştırma Modeli .....	55
3.2. Evren ve Örneklem.....	55
3.3. Veri Toplama Araçları.....	56
3.3.1. Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği .....	56
3.3.2. Testin Geçerlik Çalışmaları .....	58
3.3.3. Testin Güvenirlik Çalışmaları.....	65
3.4. Veri Toplama Süreci .....	68
3.5. Verilerin Analizi.....	69
<b>BULGULAR.....</b>	<b>70</b>
4.1. Ana Probleme Ait Bulgular .....	70
4.2. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular .....	71
4.3. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular .....	74
<b>TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>79</b>
5.1. Tartışma ve Sonuç .....	79
5.2. Öneriler.....	81
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>83</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>94</b>
EK-1 .....	94
EK-2 .....	97
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>99</b>

## KISALTMALAR

AEK: Atom Enerjisi Komisyonu

AFA: Açıklayıcı Faktör Analizi

BTYK: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu

DFA: Doğrulayıcı Faktör Analizi

ETKB: Enerji ve Tabii Kaynaklar Başkanlığı

GDO: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

KMO: Kaiser-Meyer-Olkin Değeri

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

NSYTÖ: Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği

TAEK: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu

TDK: Türk Dil Kurumu

TTKB: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı

YEGM: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

%: Yüzde

f: Frekans

n: Denek Sayısı

p: Anlamlılık Düzeyi

Ss: Standart Sapma

X: Ortalama

t: t değeri

## TABLOLAR LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> Bazı Ülkelerin Kömür Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri .....	11
<b>Tablo 2.2.</b> Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Kömür Rezervleri .....	12
<b>Tablo 2.3.</b> Bazı Ülkelerin Doğal Gaz Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri .....	13
<b>Tablo 2.4.</b> Bölgelere Göre Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri .....	13
<b>Tablo 2.5.</b> Bölgelere Göre 2015 Yılı Doğal Gaz Tüketim Oranları .....	14
<b>Tablo 2.6.</b> Bazı Ülkelerin Petrol Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri .....	15
<b>Tablo 2.7.</b> Bölgelere Göre Kanıtlanmış Petrol Rezervleri .....	16
<b>Tablo 2.8.</b> Bölgelere Göre 2015 Yılı Petrol Tüketim Oranları .....	16
<b>Tablo 2.9.</b> Dünyada İşletmedeki ve İnşaat Halindeki Nükleer Santral Sayıları ile Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı .....	19
<b>Tablo 2.10.</b> Türkiye Nükleer Enerji Programının Tarihçesi .....	20
<b>Tablo 3.1.</b> Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri .....	56
<b>Tablo 3.2.</b> NSYTÖ, KMO ve Barlett's Test Değerleri .....	59
<b>Tablo 3.3.</b> NSYTÖ Açıklanan Toplam Varyans .....	59
<b>Tablo 3.4.</b> NSYTÖ Faktör Analizi Sonrası Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi .....	60
<b>Tablo 3.5.</b> NSYTÖ'nün Faktörlerinin İsimlendirilmesi ve Madde Numaraları .....	62
<b>Tablo 3.6.</b> DFA Sonucunda Elde Edilen Faktör Yükleri .....	64
<b>Tablo 3.7.</b> NSYTÖ Uyum Değerleri .....	65
<b>Tablo 3.8.</b> Faktörlerin Cronbach's Alpha Değerleri .....	66
<b>Tablo 3.9.</b> Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonları .....	66
<b>Tablo 4.1.</b> Düzey Aralıkları Frekans Tablosu .....	70
<b>Tablo 4.2.</b> NSYTÖ Toplam Puan Frekans Analizi Tablosu .....	70
<b>Tablo 4.3.</b> Birinci alt Probleme Ait Betimsel İstatistik Analiz Tablosu .....	71
<b>Tablo 4.4.</b> İlişkisiz Örneklem t-Testi Levene's Test Tablosu .....	73

<b>Tablo 4.5.</b> İlişkisiz Örneklem t-Testi Tablosu.....	74
<b>Tablo 4.6.</b> İkinci Alt Probleme Ait Betimsel İstatistik Analizi .....	74
<b>Tablo 4.7.</b> ANOVA Testi Levene's İstatistik Tablosu .....	77
<b>Tablo 4.8.</b> ANOVA Tablosu.....	78



## ŞEKİLLER LİSTESİ

<b>Şekil 3.1.</b> NSYTÖ’de Oluşan Faktörlere Ait Scree Plot Grafiği.....	60
<b>Şekil 3.2.</b> NSYTÖ’nün Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA).....	63
<b>Şekil 4.1.</b> Kız Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği .....	72
<b>Şekil 4.2.</b> Erkek Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği .....	73
<b>Şekil 4.3.</b> 1. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği.....	75
<b>Şekil 4.4.</b> 2. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği.....	76
<b>Şekil 4.5.</b> 3. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği.....	76
<b>Şekil 4.6.</b> 4. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği.....	77

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

### 1.1. Problem Durumu

Bilim ve toplum, ayrılmaz yapısı gereği geçmişten günümüze kadar sürekli etkileşim halinde olmuştur. Bilim, toplumun ihtiyaçlarından etkilenebildiği gibi, toplum da bilimsel gelişmelerden etkilenmektedir. Bilimsel alanda yaşanan hızlı değişimler, toplumsal hayatta daha fazla hissedilmeye başlanmış ve toplumda yeni tartışmalara ve fikir ayrılıklarına neden olmuştur. Örneğin ülkenin herhangi bir yerinde kurulması planlanan bir nükleer santral için, santral çevresinde yaşayacak olan insanlar nükleer santral kurulmasına karşı çıkarken, bir kısım halk yeni iş imkanları sağlayacağını düşünerek nükleer santral kurulumunu destekleyebilir (Topçu, 2015). Bu örnekte olduğu gibi çözümün karmaşık ve kesin olmadığı, tartışmalı konular sosyobilimsel konulardır (Sadler, 2004). Bir konunun sosyobilimsel konu olabilmesi için en az iki ana unsurdan oluşması gerekmektedir. İlk olarak konunun fen bilimleri alanıyla ilgili olması, ikinci olarak ise konunun sosyal yaşamda anlamlı ve önemli olması şeklinde sıralanabilir (Eastwood vd., 2012).

Her geçen gün genetik kopyalama, küresel ısınma, ötenazi, aşı, nükleer santraller, hidroelektrik santraller gibi fen bilimleri ile ilgili tartışmalı konuların sayısı artmakta ve bu konular hakkında alınacak kararlar toplumların bölgesel hatta küresel anlamda geleceğini etkilemektedir. Fen ve toplumun birbirini nasıl etkilediğine dair en iyi örneklerden birisi genetik ve endüstri mühendisliği alanında yaşanan gelişmelerdir. Endüstri alanındaki gelişmeler sonucunda özellikle büyük şehirlerde fabrika sayısı hızla artmakta ve bu durum şehirlerde yaşayan bireyler açısından endişeye yol açmaktadır. Bir yandan fabrikaların yaşamı kolaylaştırması ve iş imkânı sağlaması, diğer yandan fabrikaların çevreye yaydığı birçok zehirli gaz ve atıkların doğaya ve insanlara zarar vermesi, küresel ısınmaya neden olması insanlar tarafından farklı yorumlanmaktadır.

Toplumun bir kısmı fabrikaların olumlu yanlarını göz önünde bulundurarak yeni fabrikalar kurulmasını desteklerken, bir kısmı neden olduğu zararlar nedeniyle karşıt görüşte olabilmektedir (Topçu, 2015). Bu tarz bilimsellik içeren ve sosyal ikilemleri barındıran (Sadler ve Zeidler, 2005) sosyobilimsel konular çeşitli özelliklere sahiptir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Ratcliffe ve Grace, 2003):

- Fen bilimlerini temel alan ve sıklıkla bilimsel bilginin sınırları içerisinde yer alan,
- Kişisel ve sosyal seviyede görüş oluşturmayı ve tercih yapmayı gerektiren,
- Medyada sıklıkla yer alan,
- Çelişkili, eksik bilimsel kanıtlarla ilgili olan,
- Siyasi ve sosyal açıdan yerel, ulusal ve küresel boyutlara sahip olan,
- Risklerin değerlerle etkileşim halinde olduğu fayda-maliyet analizlerini içeren,
- Sürdürülebilir kalkınmayı göz önünde bulunduran,
- Değerleri ve ahlaki muhakemeyi içeren,
- Risk ve olasılığı anlamayı gerektiren,
- Sıklıkla hayatla ilgili güncel konulardır.

Dünya ulusları için klonlama, kök hücre, genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) içerikli ürünler, küresel ısınma ve alternatif yakıtlar gibi konu başlıkları, politik tartışmaların merkezi unsurları haline gelmiştir (Sadler, 2004). Bu tarz bilimsel ve sosyal tartışmaları bir arada barındıran konular “sosyobilimsel konular” olarak adlandırılmaktadır (Sadler ve Donnelly, 2006). Ülkelerin enerji üretimindeki tercihleri de sosyobilimsel konular arasına girmektedir. Sıkça tartışmalara neden olan bu tercihlerden biri ise şüphesiz nükleer enerji ve nükleer santrallerdir.



İnsanların günlük yaşamlarını devam ettirebilmesi için en önemli faktörlerden biri de enerjidir. Doğal kaynaklardan eşya üretimi, konut, yemek, sağlık, ulaşım ve eğlence gibi ihtiyaçlarımızın giderilmesinde enerji, tüm sektörlerde yayılmakta ve kişisel yaşamımızın büyük bir parçasını oluşturmaktadır (Bodzin, 2012). Hızla artan Dünya nüfusu beraberinde enerji ihtiyacının artmasına neden olmaktadır (Yılmaz ve Bilge, 2018). Bu ihtiyacın giderilmesinde faydalanılan kaynaklar yenilenebilir (rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle vb.) ve yenilenemez (kömür, petrol, doğalgaz, nükleer vb.) enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı salınımı yapmaması ya da sifıra yakın salınım yapması, buldukları bölgenin enerji ve su ihtiyacını giderebilmesi, dağlık ve kurak bölgelerin kalkınmasına yardımcı olması ve enerji üretiminde kullanılan kaynakların tükenme probleminin olmaması gibi faydaları bulunmaktadır (Zakhidov, 2008). Yenilenemez enerji kaynaklarından olan fosil yakıtlar (petrol, doğalgaz, kömür vb.) ise küresel ısınma problemini ortaya çıkarmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya CO, CO<sub>2</sub> ve NO gibi gazlar salınmaktadır. Sera gazı olarak da bilinen bu gazlar Dünya atmosferinde birikerek küresel ısınma ve diğer problemlerin oluşmasına neden olmaktadır. Genel inanın aksine enerji üretimi ve kullanımıyla ilgili problemler yalnızca küresel ısınma ile değil, aynı zamanda hava kirliliği, asit yağmurları, ozon tabakasının incelmeye, orman tahribi gibi çevresel problemlerle de ilgilidir (Dinçer, 2000).

Yenilenemez kaynaklardan biri olan nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması ya da kaynaşması ile ortaya çıkan bir enerji türüdür. Nükleer enerji, alternatif enerji kaynağı olarak görülse de varlığı sınırlı olduğundan yenilenemeyen enerji kaynakları kategorisinde ele alınmaktadır (Bodzin, 2012). Varlığının sınırlı olmasının nedeni ise nükleer enerjinin elde edilmesinde kullanılan radyoaktif elementlerin Dünya üzerinde belirli miktarlarda bulunmasına dayanmaktadır.

Nükleer enerjiden faydalanılarak elektrik üretiminin yapıldığı yerler ise nükleer santral olarak adlandırılır. Nükleer santrallerin sağladığı birçok avantaj bulunmaktadır. Örneğin nükleer santrallerde, az miktarda hammaddeyle fazla enerji üretilir ve diğer fosil yakıt türlerine göre salınan sera gazı oranı oldukça düşüktür (Yoo & Ku, 2009). Hidrolik ve termik santrallere göre enerji üretimi sürekli ve güvenilirdir (Gülsoy, 2018). Ayrıca nükleer santraller ekonomik olarak da fayda sağlamaktadır. Enerjide dış ülkelere olan

bağımlılığı azaltmak ve dolayısıyla fosil yakıtlara ayrılan bütçeyi düşürmek amacıyla nükleer santraller ve nükleer enerji kavramı önem kazanmaktadır (Ergün & Polat, 2012; Eş, Mercan ve Ayas, 2016). Bunların yanında nükleer santrallerin birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır. Nükleer santralde meydana gelebilecek herhangi bir kazanın etkilerinin ölümcül boyutta olması ve nükleer gücün askeri amaçlarla kullanılabilme tehdidi gibi unsurlar bunlardan birkaçıdır (Gülsoy, 2018). Hindistan ve Kuzey Kore gibi bazı ülkelerin elektrik üretme amacıyla inşa ettikleri nükleer araştırma reaktörlerinde, nükleer silahlarda kullanılan plütonyumu üretmesi bu tehdidi haklı çıkarmaktadır (Ferguson, 2015). Nükleer santrallerden yayılma tehlikesi olan radyoaktif maddeler çevre kirliliğine sebep olmakta ve doğal yaşamın bozulmasına yol açmaktadır; ayrıca canlıların genlerinde gerçekleşebilecek mutasyonlar kalıtsal hastalıklara hatta ölümlere neden olabilmektedir (Çakıcı ve Yılmaz 2012; Palabıyık, Yavaş ve Aydın 2010). Bununla birlikte nükleer santrallerde oluşan atıkların imhası da büyük problem oluşturmaktadır (Altın & Kaptan, 2006). Nükleer santrallerde tüketilen yakıtlar, kullanım sonrası soğutulmak amacıyla nükleer santraller içindeki özel olarak inşa edilmiş havuzlara bırakılmaktadır. Bu havuzlardan bazılarının dış yüzeyi çeşitli kaplamalar ile güvenli hale getirilmektedir. Yarılanma ömürlerini tamamlaması için bekleyen bu atıkları depolayacak bir nokta bulunmadığından, atıklar bu havuzlarda bekletilmektedir. Her yıl nükleer santrallerde oluşan atıkların birikmesi ve biriken atıkların imhası gibi sorunlar, bu enerji türü ile ilgili soru işaretlerini artırmaktadır (Ferguson, 2015).

Nükleer enerji ve nükleer santral kavramları teknik, mali, ekonomik, sosyal ve çevresel niteliği gereği kamuoyunda çokça tartışmaya sebep olmaktadır (Palabıyık vd, 2010). Nükleer santrallerin gerekliliğine inanan ve inanmayan bireyler bulunmaktadır (Ateş ve Saraçoğlu, 2013; Arikawa, Cao ve Matsumoto, 2014; Ercan, Ural ve Tekbıyık, 2015; Karagöz, 2007; Sürmeli, Duru ve Duru, 2017). Dünya genelinde, gelecek yıllarda insanlar tarafından tercih edilecek enerji kaynaklarının seçiminde etkili olabilecek faktörlerden birisi de bu görüş farklılıklarıdır. Nükleer enerjinin kullanımında teknik ve ekonomik faktörlerin yanında toplumun, bu enerji türünün kullanımını kabul etme durumu son derece kritik bir rol oynamaktadır (van der Pligt, van der Linden ve Ester, 1982). Bunun yanında kalkınmakta olan ülkeler genellikle halkın isteklerini gözetmeksizin nükleer enerji kullanımına destek olmaktadır (Avcı 2005; Çakıcı ve Yılmaz, 2012).

Gelecek nesillerin nükleer enerji kullanımını destekleme kararı almalarında mevcut bilgi birikimlerinin seçimlerini etkileyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu konuda toplumun bilgi sahibi olması son derece önemlidir. Bu bağlamda öğretim programlarında da nükleer enerji ve nükleer santraller hakkında gerekli bilgiler yer almalıdır. Enerji kullanımıyla ilgili çevresel sorunların vatandaşların hayatında daha belirgin rol oynaması nedeniyle, gençlerin enerji kaynakları hakkında temel bilgilerle donatılması önemlidir; böylece gelecekteki vatandaşlar olarak enerji sorunlarına etkin bir şekilde karşı koymak için bilinçli kararlar alabileceklerdir (Gambro ve Switzky, 1999). Bu nedenle konu ile ilgili doğru öğrenmelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada örgün eğitim ve sosyal öğrenmelerin katkısı karşımıza çıkmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa gibi nükleer enerjinin kullanıldığı ülkelerin öğretim programlarında nükleer enerji konusuna değinildiği görülmektedir (Özdemir ve Çobanoğlu, 2008). Ülkemizdeki fen programları incelendiğinde ise enerji konusunun ilköğretim düzeyinde ilk olarak 6. sınıf fen programında yer aldığı görülmektedir. Fakat bu sınıf düzeyinde, nükleer enerji ve nükleer santraller ile ilgili doğrudan bir kazanım yer almamaktadır. Öte yandan 6. sınıf fen bilgisi ders kitaplarında konu ile ilgili “Nükleer enerji elde etmek için kullanılan maddeler ve fosil yakıtlar yenilenemez enerji kaynaklarına örnektir. Bu tür kaynaklar kullanıldığında yerine yenisinin oluşması çok uzun zamanda (milyonlarca yıl) gerçekleştiği için yenilenemez enerji kaynakları olarak adlandırılır” şeklinde ifadeler yer almaktadır. 8. sınıf düzeyinde ise konudan yalnızca bir kazanımda, “Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar” şeklinde bahsedildiği görülmektedir (TTKB, 2018). İlgili kazanımda ayrıca “Güç santrallerinden hidroelektrik, termik, rüzgâr, jeotermal ve nükleer santrallere değinilir” kavramlarına da değinilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Ortaöğretim fizik programı incelendiğinde ise 12. sınıf düzeyinde “Nükleer fisyon ve füzyon olaylarını açıklar” kazanımında nükleer enerji ve nükleer santraller konusuna değinildiği görülmektedir (MEB, 2018). Üniversite düzeyinde fen bilimleri öğretmenliği öğretim programlarında ise nükleer santraller konusundan, genellikle seçmeli bir ders olan çevre eğitimi dersinde bahsedildiği görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda fen programında sınırlı düzeyde ele alınan nükleer santraller konusu hakkında yeni nesillerin yeterli bilgiye sahip olabilmeye ihtimallerinin oldukça düşük olabileceği düşünülmektedir.

Gelecek nesillerin nükleer santraller hakkında bilgi edineceği kaynaklardan birisi ise şüphesiz öğretmenlerdir. Ders kitaplarının bu konudaki yetersizliğini öğretmenlerin

yeterli bilgi birikiminin kapatabileceği düşünülmektedir. Sürdürülebilir bir çevre için önem arz eden enerji seçimi konusunda öğretmen adaylarının tutumları, onların gelecek yıllardaki öğrencilerinin düşüncelerini etkileyebilir (Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin, 2016).

Geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının, çevresel farkındalığa ve sosyobilimsel konularda yeterli bilgi birikimine sahip olması gerekmektedir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının nükleer santraller ile ilgili farkındalık ve tutumlarının belirlenmesinin son derece önemli olduğu düşünülmektedir (Aksan ve Çelikler, 2018). Bu nedenle bu çalışma ile fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### **1.1.1. Araştırma sorusu**

Bu çalışmada “Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları ne düzeydedir?” araştırma sorusuna cevap aranmaktadır.

### **1.1.2. Araştırmanın alt problemleri**

Araştırma sorusu ile ilgili şu alt problemler oluşturulmuştur:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı; Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından geliştirilen “Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği (NSYTÖ)” kullanılarak, fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santraller hakkındaki tutumlarını belirlemektir. Bu genel amaç kapsamında bu çalışmada öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutum düzeylerinin cinsiyet ve öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

### 1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde toplumların gelişiminde “enerji” kavramı son derece önemli bir rol oynamaktadır (Ercan vd, 2015). Türkiye’nin de arasında bulunduğu gelişmekte olan ülkeler için ise yeni enerji kaynağı arayışları hızlı bir şekilde sürmektedir. Bu süreçte başvurulan kaynakların ise gelecek kuşaklar adına sürdürülebilir bir çevre bırakabilmek için temiz kaynaklar olmasına dikkat edilmektedir.

Ülkemizde yakın zamanda inşaat çalışmalarına başlanan Akkuyu ve Sinop nükleer santralleri ile sosyobilimsel bir tartışmanın da temelleri atılmıştır (Akkoyunlu, 2006). Bu tartışmaların sonucunda sağlıklı sonuçlar elde edebilmek adına bireylerin düşünce ve tutumlarının dikkatli bir şekilde takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Nükleer santrallerin olumlu yanları dışında göz ardı edilemeyecek olumsuz yönlerinin bulunması, bireylerin bu enerji türüne olan tutumlarını etkileyebilmektedir. Bu nedenle toplumun nükleer enerji ve nükleer santraller hakkında doğru ve yeterli bir şekilde bilgilendirilmesi gerekmektedir. Konu ile ilgili yanlış öğrenmeler bireylerin bu enerji türüne karşı önyargılı ve güvensiz olmalarına neden olmaktadır (Yim ve Vaganov, 2003).

Nükleer santrallere karşı bireylerin olumsuz tutum sergilemesine neden olan konulardan bir diğeri ise, geçmişte Dünya çapında gerçekleşen nükleer santral kazalarıdır. 1979’da Üç Mil Adası, 1986’da Çernobil ve 2011’de Fukuşima’da gerçekleşen kazalar, en bilindik nükleer santral kazalarından sadece birkaçını oluşturmaktadır (Ferguson, 2015). Gerçekleşen bu kazalar sonucunda bireylerin nükleer santrallere bakış açısı negatif yönde değişmiştir. Yapılan bazı araştırmalar da bu durumu destekler niteliktedir. Örneğin Palabıyık vd. (2010), Türkiye’de Mersin ve Sinop’ta nükleer santral kurulması planlandıktan sonra yöre halkı ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Elde edilen bulgulara göre katılımcıların büyük bir kısmı nükleer santral kurulmasına karşı çıkarken, bu görüşlerine gerekçe olarak daha önce gerçekleşmiş nükleer santral kazalarını belirtmişlerdir.

Gelecek nesillere rehberlik edecek olan öğretmenlerin nükleer enerji ve nükleer santraller ile ilgili bilgi düzeyleri ve tutumlarının belirlenmesinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde (Erökten, 2015; Gül, Demir ve

Yeşilyurt, 2016; Özdemir ve Çobanoğlu, 2008; Yıldırım ve Örnek, 2007) nükleer santrallerle ilgili kısıtlı sayıda tutum ölçeğinin bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle alan yazına farklı bir bakış açısı kazandırmak amacıyla Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından hazırlanan ölçek Türkçeye uyarlanmıştır. Bu sayede yapılan çalışmanın alan yazına katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

#### **1.4. Sayıtlar**

1. Çalışmada kullanılan “Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği” ilgili kavramları ölçme bakımından geçerli ve güvenilir bir araç olduğu varsayılmıştır.
2. Öğretmen adaylarının ölçek sorularını içtenlikle cevapladıkları varsayılmıştır.
3. Çalışma grubunun evreni temsil ettiği varsayılmıştır.

#### **1.5.Sınırlılıklar**

1. Çalışma sonuçları ölçeğin uygulandığı üniversiteler ile sınırlıdır.
2. Bu çalışma 1, 2, 3 ve 4.sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile sınırlıdır.
3. Çalışma sonuçları nicel veriler ile sınırlıdır.
4. Çalışma sonuçları çalışmada kullanılan “Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği” ile sınırlıdır.

## BÖLÜM II

### ENERJİ NEDİR?

Türk Dil Kurumu'na göre enerji, maddede var olan ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç şeklinde tanımlanmıştır (TDK, 2018). Fizik alanında ise iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji (Töman, Karataş & Odabaşı Çimer, 2013), bazı temel kuvvetler sayesinde elde edilmektedir. Bu temel kuvvetler genellikle gravitasyonel (yer çekimi), elektrostatik, elektromanyetik ve nükleer kuvvet olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kuvvetlerden elde edilen enerji, gerek doğal süreçlerde gerekse insan yapımı aygıtlarda farklı formlarda depolanma, dönüştürülebilme vb. şekillerde kullanılabilir (Muray ve Holbert, 2015).

Dünyada hızla artan nüfus oranı, sanayileşme ve teknolojinin gelişimi mevcut enerji ihtiyacının da artmasına neden olmaktadır. Kentleşmenin hızla artması beraberinde sanayileşmeyi gerektirmekte ve bu durum enerji açığını ortaya çıkarmaktadır. Yapılan tahminlere göre 2040 yılına kadar enerji üretiminde fosil yakıtların payı bir miktar azalacak olmasına rağmen, en çok kullanılan kaynaklar yine fosil yakıtlar olacaktır. Fosil yakıtların mevcut kullanım düzeyi ile kömür rezervleri 114 yıl, doğal gaz rezervleri 53 yıl ve petrol rezervleri 51 yıl yetecek kadar kalmıştır (ETKB, 2017). Fosil yakıtların gelecek yıllarda tükenecek olması, ülkelerin enerji politikalarını yeniden gözden geçirmelerine neden olmaktadır. Bu politikanın belirlenmesinde enerji üretiminin maliyetini düşürme ve dışa bağımlılığı azaltmanın yanında, toplumun bilinçlenmesi ile çevreci enerji kaynaklarının tercihi de göz önünde bulundurulmaktadır (Çanka Kılıç, 2011).

Fosil yakıtların bu denli çok kullanımı, küresel ısınma probleminin büyümesine de yol açmaktadır. İklim değişikliği ile ilgili yapılan Uluslararası İklim Değişikliği Paneli'nde (International Panel on Climate Change) uzlaşılan görüş birliğine göre bu yüzyıl içerisinde küresel sıcaklığın ortalama 1,4 ile 5,8°C arasında yükseleceğine inanılmaktadır

(Ferguson, 2015). Düşük oranlarda görülen bu sıcaklık artışının etkileri ise dünyanın dengesini büyük çapta etkilemektedir. Dünya genelinde gerçekleşen iklim değişiklikleri, kutuplardaki buzulların erimesine neden olarak deniz seviyesinin yükselmesine ve bazı adaları su altında bırakarak buradaki yerleşim yerlerinin yok olmasına sebep olmuştur. Bununla birlikte bu bölgelerde yaşayan canlıların nesilleri de tehlike altına girmiştir.

Tüm ülkeler için iklim değişikliği ve gelecekteki enerji ihtiyacını karşılama görevi, birbiriyle bağlantılı ve acilen ilgilenilmesi gereken politik bir problem haline dönüşmüştür (Corner, Venables, Spence, Poortinga, Demski ve Pidgeon, 2011). Bu problemin çözümü için yenilenebilir enerji kaynakları ise ülkelerin öncelikli tercihleri arasında yer almaktadır. Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle gibi kaynaklardan elde edilen yenilenebilir enerji, çevreyi kirletici etkisi bulunmayan ve yerel kaynaklarla üretilen bir enerji türüdür (Çanka Kılıç, 2011). Küresel boyutta sera gazı oranını azaltan ve kaynak olarak tükenme imkânı bulunmayan bu enerji türünün kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır. Ülkelerin izlediği teşvik politikaları ile temiz enerji üretimi kapasitesi genişletilerek sürdürülebilir bir çevre için adımlar atılmaktadır.

## **2.1. Enerji Kaynakları**

Enerji kaynakları, enerji elde etmek için kullanılan kaynaklardır. Bunlar “Birincil Enerji Kaynakları” ya da “Yenilenemeyen Enerji Kaynakları” ve “İkincil Enerji Kaynakları” yani “Yenilenebilir Enerji Kaynakları” olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu bölümde yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji kaynaklarının çeşitlerinden bahsedilecektir.

### **2.1.1. Yenilenemez enerji kaynakları**

Yenilenemez enerji kaynakları; birincil enerji kaynakları, primer enerji kaynakları ya da konvansiyonel enerji kaynakları olarak da bilinmektedir. Bu enerji kaynaklarının en önemli özelliği yenilenemez olmalarıdır. Bir kez kullanıldıktan sonra tükenen yenilenemez enerji kaynakları, yeni rezervlerin bulunması ile çoğaltılabilirlerse de bir süre sonra tamamen tükenenlerdir (Doğanay ve Coşkun, 2017). Bu kapsamda yenilenemez enerji kaynakları dörde ayrılmaktadır. Bunlar:



- Kömür,
- Doğal gaz,
- Petrol,
- Nükleer enerji olarak sıralanmaktadır.

### 2.1.1.1. Kömür

Organik kökenli kayaçlaşmış, fosilleşmiş yakıtlar (Doğanay ve Coşkun, 2017) olarak da bilinen kömür; karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin uzun yıllar ısı ve basınç etkisiyle bileşiminden oluşmuş bir enerji kaynağıdır. Dört farklı çeşidi bulunan (turba, linyit, taş kömürü, antrasit) kömür, farklı alanlarda kullanılabilir. Bunlar ısı kaynağı olarak, mekanik güç olarak ve hammadde kaynağı olarak üç farklı başlıkta toplanabilir (Doğanay ve Coşkun, 2017).

Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan enerji kaynaklarının başında kömür bulunmaktadır. Daha çok termik santrallerde elektrik üretimi sırasında hammadde olarak kullanılan kömür, dünya elektrik üretiminin %40,6'lık kısmını oluşturmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Hindistan ve Almanya gibi ülkeler elektrik üretiminde kaynak olarak büyük oranda kömürü kullanan ülkelerdir (ETKB, 2017). Ülkemizde ise 2018 yılında kömüre dayalı santrallerden elektrik üretimi toplam 113,3 TWh olarak gerçekleşmiş ve bu kapasite toplam elektrik üretimimizin %37,3'lük kısmını oluşturmuştur (ETKB, 2019). Bazı ülkelerin kömür ile elektrik üretim kapasitelerine ilişkin veriler Tablo 2.1' de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Bazı Ülkelerin Kömür Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri (ETKB, 2017)

Ülke	Toplam Elektrik Üretimindeki Payı (%)
Hindistan	75,1
Çin	72,5
Almanya	45,4
ABD	39,5

**Tablo 2.1. Devamı**

Rusya	14,9
Kanada	9,9
Fransa	2,1
<b>Dünya</b>	<b>40,6</b>

Yaygın olarak kullanılan kömür, yenilenemez olması itibarıyla rezervlerinin tamamen tükenmesi durumuyla karşı karşıyadır. Dünya genelinde kanıtlanmış 892 milyar ton kömür rezervi bulunmaktadır. Bu rezervlerin yaklaşık %57,1'lik kısmı Amerika Birleşik Devletleri, Rusya ve Çin'de bulunmaktadır. (ETKB, 2017). 2015 yılı dünya geneli toplam kömür üretimi baz alındığında, küresel kömür rezervlerinin yaklaşık olarak 134 yıl yetecek kadar kaldığı hesaplanmaktadır (ETKB, 2019). Bazı ülkelerin kanıtlanmış kömür rezervleri Tablo 2.2' de verilmiştir.

**Tablo 2.2. Bazı Ülkelerin Kanıtlanmış Kömür Rezervleri (ETKB, 2017)**

Ülke	Miktar (Milyar Ton)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
ABD	237,3	26,6
Rusya	157,0	17,6
Çin	114,5	12,8
Avustralya	76,4	8,6
Hindistan	60,6	6,8
Almanya	40,5	4,5
Ukrayna	33,9	3,8
Kazakistan	33,6	3,8
Güney Afrika Cumhuriyeti	30,2	3,4
Endonezya	28,0	3,1
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>892</b>	<b>100</b>

### 2.1.1.2. Doğal gaz

Doğal gaz bir petrol türevi olup, yer kabuğu içerisinde oluşmuş yanıcı bir gaz karışımıdır. İçeriğini metan (CH<sub>4</sub>), etan (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), propan (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) gibi gazlar oluşturmaktadır. Yapısında bu gazlardan en fazla (%80-%90) metan gazı bulunmaktadır. Renksiz ve kokusuz bir gaz olan doğal gaz yüksek kalorili bir yakıttır (Doğanay ve Coşkun, 2017).

Genellikle petrol yataklarında bulunabilen doğal gaz rezervleri; petrol cepleri yüzeyinde, ham petrolle sıvı halde, petrol içinde eriyik olarak ve sıvı gaz gibi şekillerde bulunabilmektedir. Bu rezervlerden elde edilen doğal gaz diğer fosil yakıtlara kıyasla daha temiz olma, taşıma ve stoklama kolaylığı gibi özellikleri nedeniyle son yıllarda önem kazanan enerji kaynaklarından biri olmuştur. Doğal gaz sanayi hammaddesi olarak kullanılma dışında yakıt olarak ve elektrik enerjisi üretimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Mutfak gazı, ısıtma ve motorlu araçlarda yakıt (LPG) olarak kullanılabilen doğal gaz günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda dünya genelinde üretilen doğal gazın yaklaşık %50'den fazlası elektrik üretimi alanında kullanılmaktadır (Doğanay ve Coşkun, 2017). Bazı ülkelerin doğal gaz ile elektrik üretim oranları Tablo 2.3'te verilmiştir.

**Tablo 2.3.** Bazı Ülkelerin Doğal Gaz Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri (ETKB, 2017)

Ülke	Toplam Elektrik Üretimindeki Payı (%)
Rusya	50,1%
ABD	26,8%
Almanya	9,9%
Kanada	9,3%
Hindistan	4,9%
Fransa	2,3%
Çin	2,0%
<b>Dünya</b>	<b>21,6%</b>

Dünya geneli doğal gaz rezervi 2015 yılı sonu itibarıyla 186,9 trilyon m<sup>3</sup>'tür. Bu kaynağın yaklaşık %42,8'lik kısmı Orta Doğu bölgesinde bulunmakta ve İran, Katar gibi ülkeler bu bölgede bulunan rezervin büyük bir kısmına sahiptirler. Avrupa ve Avrasya bölgeleri rezerv açısından ikinci sırada yer alırken, Kuzey Amerika bölgesi üçüncü sırada yer almaktadır (ETKB, 2017). Bölgelere göre rezerv oranları Tablo 2.4'te verilmiştir.

**Tablo 2.4.** Bölgelere Göre Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri (ETKB, 2017)

Bölge	Miktar (Trilyon m <sup>3</sup> )	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Orta Doğu	80,0	42,8%
Avrupa ve Asya	56,8	30,4%

**Tablo 2.4. Devamı**

Asya Pasifik	15,6	8,4%
Afrika	14,1	7,5%
Kuzey Amerika	12,8	6,8%
Güney ve Orta Amerika	7,6	4,1%
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>186,9</b>	<b>100%</b>

Orta Doğu bölgesi doğal gaz rezervlerinin büyük çoğunluğuna sahip olmasına rağmen doğal gaz tüketimi bazı bölgelere göre daha düşük seviyededir. Örneğin Avrupa ve Avrasya bölgeleri dünya genelinde tüketilen doğal gaz kapasitesinin yaklaşık %28,8'ini oluştururken, Kuzey Amerika bölgesi %28,1'lik kısmını oluşturmaktadır. Orta Doğu bölgesi ise %14,1'lik tüketim kapasitesine sahiptir (ETKB, 2017). Bazı bölgelere göre doğal gaz tüketim oranları Tablo 2.5'te verilmiştir.

**Tablo 2.5. Bölgelere Göre 2015 Yılı Doğal Gaz Tüketim Oranları (ETKB, 2017)**

<b>Bölge</b>	<b>Miktar (Milyar m<sup>3</sup>)</b>	<b>Dünya Toplamındaki Payı (%)</b>
Avrupa ve Asya	1.003,5	28,8%
Kuzey Amerika	963,6	28,1%
Asya Pasifik	701,1	20,1%
Orta Doğu	490,2	14,1%
Güney ve Orta Amerika	174,8	5,0%
Afrika	135,5	3,9%
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>3.468,6</b>	<b>100%</b>

### **2.1.1.3. Petrol**

Petrol kelimesi, Latince petra (taş) ve oleum (yağ) kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur (Doğanay ve Coşkun, 2017). Yapısında hidrojen, karbon ve az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan petrol kompleks bir bileşimdir. Petrol normal şartlarda katı, sıvı ve gaz halde bulunabilmekte, ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için hidrokarbon olarak da adlandırılmaktadır (ETKB, 2019).

Farklı alanlarda kullanılabilen petrol, 1900 yıllarına doğru icat edilen içten yanmalı motorlar ile önem kazanmaya başlamış ve günümüz yıllarına kadar önemi giderek artmaya devam etmiştir. Daha önceki yıllarda sadece aydınlatmada yararlanılan petrol

teknolojinin gelişmesi ile birlikte başka alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Ulaşım araçlarında kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve ısı enerjisi elde etmede kullanılmıştır. Aynı miktardaki kömüre oranla daha fazla ısı enerjisi vermesi ve taşıma kolaylığı sağlaması, petrole olan talebin artmasını sağlamıştır. Elektrik üretiminde de kullanılmaya başlanan petrolün önemi üç grup altında toplanabilir (Doğanay ve Coşkun, 2017):

- Petrol, ulaşım araçları için en önemli hareket enerjisi kaynağıdır.
- Petrol, ısı kaynağı olarak kullanılarak elektrik üretiminde ve konut ısıtmasında kullanılmaktadır.
- Petrol, petrokimya endüstrisinde kullanılan bir hammaddedir. Bu alanda petrolden yararlanılarak 80 bine yakın farklı maddeler üretilmektedir.

Günümüzde petrolden yararlanılarak elektrik enerjisi üretimi, diğer kaynaklara göre daha az bir paya sahiptir. Dünya genelinde elektrik üretimi için tercih edilen kaynaklar ağırlıklı olarak kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Bazı ülkelerin petrol ile elektrik enerjisi üretimi oranları Tablo 2.6'da verilmiştir.

**Tablo 2.6.** Bazı Ülkelerin Petrol Kaynağı ile Elektrik Üretim Kapasiteleri (ETKB, 2017)

Ülke	Toplam Elektrik Üretimindeki Payı (%)
Hindistan	1,8%
Kanada	1,2%
Rusya	1,0%
Almanya	0,9%
ABD	0,9%
Fransa	0,3%
Çin	0,2%
<b>Dünya</b>	<b>4,3%</b>

Dünya genelinde bulunan toplam petrol rezervi yaklaşık olarak 1,7 trilyon varil civarındadır. Tıpkı doğal gazda olduğu gibi petrol rezervlerinin de büyük bir kısmı Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. Petrol rezervleri açısından en zengin ikinci bölge ise

Güney ve Orta Amerika'dır (ETKB, 2017). Çeşitli bölgelere göre kanıtlanmış petrol rezervleri Tablo 2.7'de verilmiştir.

**Tablo 2.7.** Bölgelere Göre Kanıtlanmış Petrol Rezervleri (ETKB, 2017)

Bölge	Miktar (Milyar varil)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Orta Doğu	804	47,3%
Avrupa ve Asya	329	19,4%
Asya Pasifik	238	14,0%
Afrika	155	9,1%
Kuzey Amerika	129	7,6%
Güney ve Orta Amerika	43	2,5%
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>1.698</b>	<b>100%</b>

Petrol kaynağının mevcut tüketim hızı ile yaklaşık olarak 51 yıl yeteceği tahmin edilmektedir. Dünya geneli petrol tüketiminde Asya Pasifik bölgesi en çok paya sahipken, Kuzey Amerika bölgesi ise petrol tüketiminde ikinci sırada yer almaktadır. Petrol rezervlerinin büyük bir kısmına sahip olan Orta Doğu bölgesi ise petrol tüketiminde dördüncü sırada yer almaktadır (ETKB, 2017). Bölgelere göre petrol tüketim oranları Tablo 2.8'de verilmiştir.

**Tablo 2.8.** Bölgelere Göre 2015 Yılı Petrol Tüketim Oranları (ETKB, 2017)

Bölge	Miktar (Milyar ton)	Dünya Toplamındaki Payı (%)
Avrupa ve Asya	1.501	34,7%
Kuzey Amerika	1.036	23,9%
Avrupa ve Avrasya	862	19,9%
Orta Doğu	426	9,8%
Güney ve Orta Amerika	323	7,5%
Afrika	183	4,2%
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>4.331</b>	<b>100%</b>

#### 2.1.1.4. Nükleer enerji

Çekirdek enerjisi olarak da bilinen nükleer enerji, nükleer reaksiyon sonucu oluşan enerjidir. Nükleer enerji gelişmiş teknolojiye sahip nükleer santrallerde atom çekirdeklerinin parçalanması (filyon) ya da birleştirilmesi (füzyon) tekniği ile elde edilen bir enerji türüdür. Bu enerjinin elde edilmesinde kullanılan hammaddeler genellikle

uranyum ve toryum bileşikleridir. Filyon tepkimeleri, atom çekirdeğinin neredeyse eşit iki kütleyle ayrılması ile gerçekleşen tepkimelerdir. Bu tepkime devam ederken oluşan patlamalar sonucu büyük miktarda enerji ortaya çıkmaktadır. Nükleer enerjinin elde edilmesinde kullanılan bir diğery yöntem ise füzyon tepkimeleridir. Füzyon tepkimelerinde iki ya da daha fazla atom çekirdeğı bir araya gelerek daha ağır yeni bir atom çekirdeğı oluşturmaktadır. Bu birleşme sırasında ise ortaya yüksek miktarda enerji çıkmaktadır. Her iki tepkimede de ortaya çıkan bu enerji, nükleer enerjiyi oluşturmaktadır (Doğany ve Coşkun, 2017).

Nükleer enerjinin keşfi yirminci yüzyılın başlarına dayanmaktadır. Fakat nükleer enerjinin kullanımı ilk kez atom bombası adı verilen silahların imal edilmesinde olmuştur. İkinci Dünya Savaşı sırasında ABD tarafından hazırlanan silahlar, denemelerin ardından Japonya'nın Hiroşima (6 Ağustos 1945) ve Nagazaki (9 Ağustos 1945) kentlerine yapılan saldırılarda kullanılmıştır. Bu saldırılar sonucunda 150 bine yakın insan hayatını kaybetmiş ve 125 bine yakın insan yaralanmıştır. Bu olumsuzluklara rağmen nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla değerlendirilmesi adına da çalışmalar gerçekleşmiştir. 1950'den sonra ABD'de nükleer enerjiden elektrik üretimi adına ilk adımlar atılmıştır (Doğany ve Coşkun, 2017). Nükleer enerjinin tarihçesini şu şekilde sıralamak mümkündür (Palliser, 2012):

- 1934 yılında Fizikçi Enrico Fermi, Roma'da nötronların birçok atom türünü ayırabildiğini gösteren deneyler gerçekleştirmiştir.
- 1938 yılında bilim insanları Otto Hahn, Fritz Strassman ve Lise Meitner, Einstein'ın kütle ve enerji arasındaki ilişki teorisini ( $E=mc^2$ ) kullanarak filyon olayını kanıtladılar.
- 1942 yılında Fermi önderliğindeki bir grup bilim insanı Chicago'da kendi kendini besleyen ilk kontrollü nükleer zincir reaksiyonunu ürettiler.
- 1945 yılında Japonya'nın Hiroşima kentine atom bombası atıldı. Bu saldırıdan üç gün sonra Nagazaki kentine daha küçük bir bomba atıldı.

- 1946 yılında Atom Enerjisi Komisyonu nükleer enerji gelişimini kontrol altına almak ve nükleer enerjinin barışçıl kullanımını araştırmak üzere oluşturuldu.
- 1951 yılında Arco, Idaho'da nükleer enerjiden yararlanılarak elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir.
- 1957 yılında ilk büyük ölçekli nükleer santral Shippingport, Pennsylvania'da faaliyete geçti.
- 1971 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde 22 ticari nükleer santral faaliyet halindedir.
- 1979 yılında 28 Mart'ta Pennsylvania, Harrisburg yakınlarındaki Three Mile Island nükleer santralinde mekanik arıza ve insan kaynaklı hatalar nedeniyle bir kaza meydana geldi.
- 1979 yılında 72 lisanslı reaktör Amerika Birleşik Devletleri'nin elektriğinin %12'sini üretmektedir.
- 1986 yılında 26 Nisan'da bir operatör hatası nedeniyle eski Sovyetler Birliği'ndeki Çernobil nükleer santralindeki 4 numaralı reaktörde iki patlama gerçekleşti.
- 1992 yılında 110 nükleer santral, Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan tüm elektriğin yaklaşık %22'sini üretmektedir.
- 2011 yılında Japonya Fukuşima enerji santrali, 9.0 büyüklüğündeki depremten dolayı zarar gördü ve bu deprem üç aktif nükleer çekirdeğinin erimesine neden oldu.

Geçmişten günümüze nükleer santrallerin kullanımı hızla artmıştır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) Ocak 2017 verilerine göre dünya genelinde 31 ülkede toplam 449 aktif nükleer santral bulunmaktadır. Bunun yanında 16 ülkede toplam 60 nükleer santralin inşaatı ise halen devam etmektedir (ETKB, 2017). Dünya genelinde bulunan



aktif ve inşaatı devam eden nükleer santral sayıları ile, bu santrallerin elektrik üretimindeki paylarını gösteren veriler Tablo 2.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 2.9.** Dünyada İşletmedeki ve İnşaat Halindeki Nükleer Santral Sayıları ile Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı (ETKB, 2017)

Ülkeler	İşletmedeki Nükleer Santral Sayısı	İnşaat Aşamasındaki Santral Sayısı	Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı (%)
ABD	99	4	19,5%
Fransa	58	1	76,3%
Japonya	42	2	0,5%
Çin	37	20	3,0%
Rusya	35	7	16,0%
Güney Kore	25	3	31,7%
Hindistan	22	5	3,5%
Kanada	19	-	16,6%
Birleşik Krallık	15	-	18,9%
Ukrayna	15	2	56,5%
İsveç	10	-	34,3%
Almanya	8	-	14,1%
İspanya	7	-	20,3%
Belçika	7	-	37,5%
Çek Cumhuriyeti	6	-	32,5%
Tayvan	6	2	16,3%
İsviçre	5	-	33,5%
Finlandiya	4	1	33,7%
Macaristan	4	-	52,7%
Slovakya	4	2	55,9%
Pakistan	4	3	4,4%
Arjantin	3	1	4,8%
Brezilya	2	1	2,8%
Bulgaristan	2	-	31,3%
Meksika	2	-	6,8%
Romanya	2	-	17,3%
Güney Afrika	2	-	4,7%
Ermenistan	1	-	34,5%
İran	1	-	1,3%
Hollanda	1	-	3,7%
Slovenya	1	-	38,0%

**Tablo 2.9. Devamı**

BAE	-	4	-
Beyaz Rusya	-	2	-
<b>Toplam</b>	<b>449</b>	<b>60</b>	<b>Dünya Geneli %11</b>

Türkiye'nin nükleer enerji serüveni 1956 yılında kurulan Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na üye olması ile başlamıştır. 1965 yılında ilk nükleer santralin kurulumu için çalışmalara başlanmıştır, 1974 yılında Akkuyu sahası nükleer santral kurulumu için belirlenmiş ve 1976 yılında saha lisansı alınmıştır. 1977 ve 2009 yılları arasında dört kez nükleer santral ihalesi açılmasına rağmen bu ihaleler sonuçlandırılmamıştır (ETKB, 2017). Türkiye nükleer enerji programının tarihçesi Tablo 2.10'da verilmiştir.

**Tablo 2.10. Türkiye Nükleer Enerji Programının Tarihçesi (ETKB, 2017)**

<b>1956</b>	Türkiye ile ABD arasında "Barış için Atom" anlaşmasının imzalanması
<b>1956</b>	"Atom Enerjisi Komisyonu"nun (AEK) kurulması
<b>1956</b>	İTÜ ve İstanbul Üniversitesi'nin ortak "Reaktör Komitesi"nin oluşturulması
<b>1957</b>	Türkiye'nin UAEA'ya üye olması
<b>1958</b>	"Reaktör Komitesi"nin görevini AEK'ya devretmesi
<b>1962</b>	TR-1 araştırma reaktörünün işletmeye alınması
<b>1965</b>	Yabancı uzmanların oluşturduğu konsorsiyum tarafından nükleer enerjinin Türkiye için uygun bir seçenek olduğuna karar verilmesi
<b>1967-1970</b>	Nükleer santrallerle ilgili ilk etütlerin yapılması
<b>1970</b>	Nükleer enerji çalışmalarının TEK'e devredilmesi
<b>1972</b>	TEK Nükleer Santraller Dairesinin kurulması
<b>1974-1975</b>	İlk nükleer santral için Akkuyu sahasının seçilmesi
<b>1976</b>	Akkuyu sahası için AEK'nın yer lisansı vermesi
<b>1977</b>	Akkuyu nükleer santrali için ilk ihalenin yapılması (İlk İhale)
<b>1980</b>	Akkuyu nükleer santrali için yapılan ilk ihalenin iptal edilmesi
<b>1980</b>	İkinci nükleer santral için Sinop sahasının seçilmesi
<b>1982</b>	AEK'nın TAEK olarak yeniden yapılandırılması
<b>1983</b>	Akkuyu ve Sinop nükleer santralleri ihalesi için tekliflerin alınması (İkinci İhale)
<b>1986</b>	Akkuyu ve Sinop nükleer santralleri ihalesi için teklif veren firmalarla görüşmelerin durdurulması
<b>1988</b>	TEK Nükleer Santraller Dairesinin kapatılması
<b>1993</b>	BTYK kararı sonrasında TEAŞ'ın yatırım programına nükleer santrallerin dahil edilmesi

**Tablo 2.10. Devamı**

<b>1995</b>	TEAŞ ile KAERI arasında teknik şartnamelerin hazırlanmasında teknik destek alınması için anlaşma yapılması
<b>1997</b>	TEAŞ tarafından Akkuyu nükleer santrali için üçüncü ihalenin yapılması (Üçüncü İhale)
<b>2000</b>	Akkuyu nükleer santrali için yapılan üçüncü ihalenin iptal edilmesi
<b>2002</b>	TAEK'in Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlanması
<b>2008</b>	Akkuyu nükleer santrali için ihalenin yapılması (Dördüncü İhale)
<b>2009</b>	Akkuyu nükleer santrali için dördüncü ihalenin iptal edilmesi
<b>2010</b>	Türkiye ile Rusya Federasyonu arasında Akkuyu sahasında bir nükleer santralin kurulumu ve işletimine dair hükümetlerarası anlaşmanın imzalanması
<b>2013</b>	Türkiye ile Japonya arasında Sinop sahasında bir nükleer santralin kurulumu ve işletimine dair hükümetlerarası anlaşmanın imzalanması
<b>2014</b>	EÜAŞ ile Westinghouse ve SNPTC arasında üçüncü nükleer santral için münhasır görüşmelere başlamak üzere Mutabakat Zaptının imzalanması

Nükleer enerjinin elektrik üretiminde kullanılmasının sağladığı bazı avantajlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Doğanay ve Coşkun, 2017):

- Nükleer enerji elde edilmesinde kullanılan radyoaktif bileşiklerin rezervleri dünya üzerinde bol miktarda bulunmaktadır. Örneğin yeni rezervler bulunmasa bile, mevcut rezervlerin nükleer santralleri yaklaşık olarak 150 yıl besleyebileceği hesaplanmaktadır.
- Nükleer santrallerde enerji üretimi sırasında kullanılan hammadde miktarları oldukça düşük seviyededir. Bu nedenle hammadde maliyet fiyatları düşüktür.
- Nükleer santrallerde düşük miktarda kullanılan hammaddelerin hacmi oldukça azdır. Bu kadar düşük hacimli olmalarına karşın bu hammaddelerden elde edilen enerji miktarı çok yüksektir. Fosil yakıtlardan olan kömür ile kıyaslanacak olursa; bir gramlık uranyumdan elde edilen enerji miktarı, yaklaşık dört ton taşkömüründen elde edilen enerji miktarına yakındır.

Nükleer santrallerin güvenilir enerji kaynakları olmalarına rağmen bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar şöyle sıralanabilir (Doğanay ve Coşkun, 2017):

- Nükleer santrallerde kullanılan hammaddelerin atık haline dönüştükten sonra radyoaktif tehlikesi sürmektedir. Bu tehlike en az 500-600 yıl devam edebilmektedir.
- Elektrik üretimi amacıyla kurulan nükleer santraller belirli coğrafi özellikler taşıyan bölgelere kurulabilirler. Bu bölgelerin deprem fay hatlarından uzak olması, doğal afetler (çığ, heyelan gibi) açısından güvenli olması, soğutma suyu ihtiyacını giderebilmesi için deniz ve göl kıyılarında bulunması gerekmektedir.
- Nükleer santrallerde meydana gelebilecek kazaların canlılar üzerinde ölümcül etkileri olabilmektedir.

### **2.1.2. Yenilenebilir enerji kaynakları**

Uluslararası Enerji Ajansına (IEA) göre yenilenebilir enerji, sürekli olarak yenilenen ve doğal süreçlerden elde edilen enerji olarak tanımlanmıştır (Çanka Kılıç, 2011). Yerli kaynakları kullanarak enerji üretilebilmesi, temiz olması, küresel ısınma problemine karşı sera gazı salınım oranını azaltması ve doğanın korunmasına katkı sağlaması (Bayraç, 2010) gibi faydaları bulunan yenilenebilir enerji, çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir. Bunlar;

- Güneş enerjisi,
- Rüzgâr enerjisi,
- Jeotermal enerji,
- Biyokütle enerjisi,
- Hidrojen enerjisi,
- Hidroelektrik enerjisi,
- Dalga enerjisi şeklinde sıralanmaktadır.

### **2.1.2.1. Güneş enerjisi**

Güneşin çekirdeğinde gerçekleşen hidrojen gazının helyuma dönüşmesi (füzyon) ile ortaya çıkan ışıma enerjisi, güneş enerjisi şeklinde tanımlanmaktadır (Çanka Kılıç, 2015). Güneşin yaklaşık olarak 5 milyar yıl boyunca bu işlemi devam ettirebilecek olması nedeniyle güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

Güneş enerjisinden çeşitli alanlarda yararlanılmaktadır. Bunlar doğrudan ve dolaylı olarak elektrik üretimi, sıcak su üretimi, belirli bir alanı ısıtma ya da soğutma, sera ısıtması, sanayi kuruluşları için ısı üretimi vb. şeklinde sıralanabilir (DEKTMK, 1996). Dünyamızın birincil enerji kaynağı güneştir. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, sadece 90 dakika boyunca yeryüzüne gelen güneş ışınları, tüm dünyanın bir yıllık enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasitededir (Çanka Kılıç, 2015). Buna rağmen güneş ışınlarının tamamı yeryüzüne ulaşmamaktadır. Dünyaya gelen güneş ışınlarının yaklaşık olarak %30 kadarı atmosferden geri yansımakta, %50'si yeryüzüne ulaşmaktadır. Geriye kalan %20'lik kısmı ise atmosferde tutulmaktadır. Güneş enerjisi ile dünyanın sıcaklığı yükselerek organizmaların yaşaması için uygun bir ortam oluşmakta ve rüzgâr, okyanus dalga hareketlerinin oluşması sağlanmaktadır. Karaların denizlerden daha hızlı ısınmasının sonucunda, üzerinde bulunan hava ısınarak yoğunluğu düşer ve yükselerek bir boşluk oluşturur. Denizlerin daha geç ısınmasından dolayı burada bulunan hava, karalarda oluşan boşluğu doldurmak için hareket eder ve bunun sonucunda rüzgâr oluşur (DEKTMK, 2009).

Güneş enerjisinin yaşamımıza olan etkilerinden bir diğeri ise bitkilerin fotosentez yapabilmelerine imkân sağlamasıdır. Bitkiler tarafından gerçekleştirilen fotosentez ile oksijen ve besin maddeleri açığa çıkmaktadır. Bu sayede güneş enerjisi yaşamın kaynağını oluşturmaktadır.

Güneş enerjisi kullanımının bizlere sağladığı birçok fayda bulunmaktadır. Bunlar (Türkiye Ulusal Ajansı, 2019):

- Fosil yakıtların tükenme tehlikesi olmasına rağmen güneş enerjisi için böyle bir durum söz konusu değildir.

- Güneş enerjisi kullanımı sırasında sera gazı üretimi olmamaktadır. Bu nedenle çevreci bir enerji türüdür.
- Güneş enerjisi, üretimi sırasında yakıt maliyeti gerektirmeyen bir enerji türüdür.
- Güneş enerjisi sistemleri kolay kurulabilmektedir ve kurulum sonrası çok fazla bakım maliyeti oluşturmamaktadır. Elektrik şebeke hattı bulunmayan kırsal bölgelerde elektrik ve sıcak su ihtiyacını giderebilmektedir.
- Güneş enerjisi sistemlerinin ilk kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen uzun vadede bu maliyetin geri dönüşüm imkânı bulunması olarak sıralanabilir.

Tüm bu avantajların yanında güneş enerjisinin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Türkiye Ulusal Ajansı, 2019):

- En önemli dezavantajlarından biri güneş enerjisi sistemlerinin ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olmasıdır.
- Elde edilecek enerjinin verimliliği hava durumuna bağlıdır. Bulutlu günlerin fazla olduğu bölgelerde sistemin verimi doğrudan etkilenmektedir.
- Özellikle elektrik üretimi sağlanan sistemlerde gölgelemeyi engellemek için geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca gece enerji sürekliliği sağlanabilmesi adına depolama sistemlerine ihtiyaç vardır.
- Güneş pillerinin verimi düşüktür (%15 civarı).
- Fotovoltaik hücrelerde kullanılan yarıiletken maddeler kullanım ömrünü tamamladıktan sonra çevre kirliliğine neden olabilmektedir.
- Güneş enerjisi, ulaşım amaçlı teknolojiler için henüz yeterli verime sahip değildir.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte güneş enerjisinden faydalanılan alanlarda çeşitlenmiştir. Yaygın olarak elektrik üretimi ve sıcak su temininde kullanılan bu

teknolojiler üçe ayrılmaktadır. Bunlar güneş pilleri (fotovoltaik piller), güneş santralleri ve güneş kolektörleri olarak sıralanmaktadır. Bu teknolojilerden güneş kolektörleri genellikle sıcak su üretiminde kullanılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013).

Dünya geneli güneş enerjisi kullanımı incelendiğinde güneş kolektörü ile 2016 yılında 455.9 GWt üretim yapıldığı görülmektedir. Bu alanda en çok üretimi 324.5 GWt ile Çin gerçekleştirirken, Amerika Birleşik Devletleri 17.6 GWt, Türkiye 14.9 GWt ve Almanya 13.6 GWt üretim ile takip etmektedir. Güneş santralleri ile üretim incelendiğinde ise 2016 yılında toplam 4,810 MW üretim yapıldığı görülmektedir. En çok üretim yapan ülkeler ise İspanya (2,304 MW), Amerika Birleşik Devletleri (1,738 MW) ve Hindistan (225 MW) şeklinde sıralanmaktadır. Son olarak güneş pilleri ile üretime bakıldığında 2017 yılında dünya genelinde 402 GW üretim yapıldığı görülmektedir. Üretimdeki en büyük pay 131.1 GW üretimle Çin'e aitken sıralamayı Amerika Birleşik Devletleri (51 GW) ve Almanya (42.4 GW) takip etmektedir. Türkiye ise güneş pilleri ile toplamda 3.4 GW'lık bir üretim kapasitesine sahiptir (REN21, 2018).

#### ***2.1.2.2. Rüzgâr enerjisi***

Yenilenebilir, doğal ve çevreci bir enerji türü olan rüzgâr enerjisi, güneş kaynaklı bir enerjidir. Güneş ışınlarının dünyamıza sağladığı enerjinin yaklaşık %1-2 gibi bir kısmı rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Güneş ışınlarının atmosferi eşit şekilde ısıtamamasından dolayı sıcaklık ve basınç farklılıkları oluşmakta ve bu durum hava akımına neden olmaktadır (YEGM, 2019). Isı enerjisinin kinetik enerjiye dönüşerek neden olduğu bu hava akımı olayına rüzgâr adı verilmektedir (Özdamar, 2000).

Güneş kaynaklı bir enerji türü olan rüzgâr enerjisinin üretimi kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanır. Bu dönüşümü sağlamaya yarayan rüzgâr türbinleri, havanın kinetik enerjisini önce mekanik enerjiye daha sonra ise elektrik enerjine dönüştüren makinelerdir (ETKB, 2019). Elde edilen elektrik enerjisi şebeke bağlantısı ile kullanım dışında doğrudan su depolama, soğutma, sulama ve aydınlatma sistemlerinde kullanılabilir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi dışında su pompalama sistemleri ve ısı enerjisi üretimi alanlarında da yararlanılmaktadır (Sülükçüler, 2018).

Rüzgâr enerjisinin sağladığı avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (ETKB, 2019):

- Yenilenebilir ve sürdürülebilir bir çevre için temiz enerji kaynağıdır.
- Tükenme veya zamanla fiyatının artması durumu söz konusu değildir.
- Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
- Maliyeti diğer güç santralleriyle rekabet edebilecek seviyelere gelmiştir.
- Rüzgâr enerjisinin elde edilmesinde kullanılan teknolojilerin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.
- Kısa sürede işletmeye alınabilen bir enerji türüdür.

Rüzgâr enerjisinin dezavantajlarından birkaçı ise şöyledir (Sülükçüler, 2018):

- En büyük problemlerden biri rüzgâr ve enerji ihtiyacı arasındaki zamanlamanın ayarlanmasıdır. Enerji ihtiyacının olduğu sırada rüzgârın olmaması veya rüzgârın olduğu sırada enerji ihtiyacının olmaması gibi durumlarla karşılaşılabilir.
- Rüzgâr türbinleri çalışma esnasında gürültüye neden olabilmektedir. Ayrıca görsel estetiğe uygun tasarımlar geliştirmek zordur.
- Rüzgâr türbinleri göçmen kuşlara zarar verebilmektedir.
- Yüksek maliyeti göz önünde bulundurularak kurulması planlanan rüzgâr santrallerinin, uzmanlar tarafından dikkatli bir şekilde ölçümü ve hesaplamasının yapılması gerekmektedir.

Dünya genelinde rüzgâr enerjisinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. 2016 yılının sonunda toplam 487 GW üretim kapasitesine sahip olan rüzgâr enerjisi, yeni eklenen santraller (52 GW) ile 2017 yılı sonunda 539 GW kapasiteye ulaşmıştır. En fazla üretimi yapan ülke Çin (188.4 GW) olmakla birlikte, Amerika Birleşik Devletleri (89 GW) ikinci, Almanya (56.1 GW) üçüncü ve Hindistan (32.8 GW) ile dördüncü sıradadır. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi üretimi kapasitesi ise 2017 yılı için 6.9 GW olmuştur (REN21, 2018).



### 2.1.2.3. Jeotermal enerji

Jeotermal kelimesi, Yunanca jeo (yeryüzü) ve termal (ısı) kelimesinden gelmektedir (İnce, 2005). Bilimsel tanımı ise “yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde bulunan ve yeryüzündeki havzalardan beslenen sularla potansiyelini oluşturan birikmiş ısının meydana getirdiği, sıcaklıkları bölgesel olarak değişen ve bünyesinde daha çok erimiş mineral tuzlar ve gazlar içeren su ve buhardan oluşan bir hidrotermal kütle” şeklindedir (Arslan, 2006). Bir diğer deyişle jeotermal enerji, yerkabuğunda depolanmış ısı enerjisinden meydana gelmektedir (Etemoğlu, Can ve Kılıç, 2004).

Doğal ve yenilenebilir bir enerji türü olan jeotermal enerjinin çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bunlar ısıtma uygulamaları (sera, konut, tarımsal kullanımlar, yol-kaldırım ısıtması), endüstri (yiyecek kurutulması, kerestecilik, soğutma sistemleri, kâğıt ve dokuma sanayi), kimyasal madde üretimi (borik asit, amonyum bikarbonat vb.) ve elektrik üretimi olarak sıralanabilir (Akkuş ve Alan, 2016).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal enerjinin kullanımının sağladığı avantajlardan bazıları şu şekildedir (Can, 1994):

- Jeotermal enerjinin aynı anda birçok ihtiyacı karşılayabilmesi (elektrik üretimi ve ısı üretimi gibi) ve bu sırada çevreye zarar vermemesi en önemli avantajlarından biridir.
- Yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Jeotermal akışkanın yeraltına yeniden basılması (re-enjeksiyon) yöntemi ile kaynağın kapasitesinin devam ettirilmesi sağlanabilmektedir.
- Yerel kaynaklardan üretilen bir enerji kaynağı olduğu için ekonomiktir. Büyük yatırımlar gerektirmeden kısa sürede yapılan yatırım geri elde edilebilmektedir.
- Jeotermal enerjinin elde edilmesinde kullanılan teknolojiler ileri düzeyli değildir.
- Jeotermal enerji kullanımı sırasında çevreye sera gazı yayılmadığı için çevre dostu bir enerji türüdür.

Jeotermal enerjinin yararlarının yanı sıra dikkatli kullanılmaması durumunda neden olabileceği çeşitli olumsuzluklar bulunmaktadır. Bunlar (Sülükçüler, 2018):

- Yapısında bulunan hidrojen sülfür ve karbondioksit gibi gazların açığa çıkması durumunda kalp ve akciğer rahatsızlıklarına yol açabilmektedir.
- Açığa çıkan bu gazlar asit yağmurlarının oluşmasına neden olabilmektedir.
- Açık sistem jeotermal tesislerinin karbondioksit ve metan gazı salınımı yapabilmesi, küresel ısınma tehdidinin artmasına yol açabilmektedir.
- Jeotermal kaynaklardan elde edilen su, borulardan geçerken kükürt ve tuz ile etkileşime girerek su kirliliğine neden olabilmektedir. Bu suyun tarım alanlarını etkilemesi sonucu insan sağlığı da riske girmektedir.

2017 yılı sonunda dünya genelinde jeotermal enerjiden edilen enerji kapasitesi 12.8 GW olmuştur. Amerika Birleşik Devletleri 2.5 GW'lık enerji üretimi ile birinci sırayı alırken, Filipinler 1.9 GW ile ikinci sırada ve Endonezya ise 1.8 GW ile üçüncü sırada yer almıştır. Türkiye ise 1.1 GW'lık üretim kapasitesi ile jeotermal enerji üretiminde dördüncü sırada yer almaktadır (REN21, 2018).

#### ***2.1.2.4. Biyokütle enerjisi***

Biyokütle terimi genel anlamıyla yaşayan organizmalardan elde edilen madde olarak tanımlanmaktadır (Üçgül ve Akgül, 2010). Biyokütle enerji kaynağı ise ana bileşenlerinin karbonhidrat bileşiklerinden oluştuğu bitkisel ve hayvansal kökenli tüm organik maddeler olarak tanımlanmakla birlikte bu kaynaklardan elde edilen enerjiye biyokütle enerjisi denilmektedir (Koçar, Eryaşar, Ersöz ve Arıcı, 2013).

Biyokütle enerji kaynağı olan organik maddelerin oluşumunda ana etken güneş enerjisidir. Güneş enerjisini bünyelerinde doğrudan veya dolaylı bir şekilde depolayan birçok organik madde biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır (ETKB, 2019). Güneş enerjisi var olduğu sürece biyokütle kaynaklarından enerji elde edilebileceği için, bu enerji türü yenilenemez enerji kategorisine girmektedir (Topal ve Arslan, 2008). Bu kapsamda biyokütle enerjisinin elde edilmesinde kullanılacak kaynaklar mısır,

buğday gibi özel yetiştirilen bitkiler, otlar, yosunlar, denizlerdeki algler, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıkları, evlerden atılan çöpler (meyve ve sebze atıkları gibi organik maddeler) şeklinde sıralanabilir. (ETKB, 2019).

Elektrik ve ısı üretiminin yanında, çevre dostu ve ucuz biyoyakıt üretiminde de kullanılan (Sülükçüler, 2018) biyokütle enerjisinin sağladığı avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (ETKB, 2019):

- Enerji hattına uzak olan bölgelerde kendi kendine yetebilen ve gelişen yerleşim bölgelerinin oluşturulmasını sağlar.
- Genellikle tarım faaliyetleri ile elde edilen biyokütle enerjisi, kırsal alanlarda istihdam imkânı sağlayarak köyden kente göçün engellenmesine yardımcı olur.
- Çorak alanlarda biyokütle elde edilebilmesi, kullanılmayan tarım alanlarının değerlendirilmesi açısından oldukça önemlidir.
- Biyokütle enerjisi üretim ve çevrim teknolojileri iyi bilinmektedir.
- Düşük ışık şiddeti enerji üretimi için yeterlidir.
- Üretilen enerji depolanabilir.
- 5-35°C sıcaklıkta enerji üretimi yapılabilmektedir.
- Biyokütle enerjisi çevre kirliliği, sera etkisi oluşturmamakta ve ayrıca asit yağmurlarına neden olmamaktadır.

Sürdürülebilir bir çevre için tercih edilen biyokütle enerjisinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Biyokütle enerjisi elde edilmesinde kullanılacak tarım ürünlerinin yetiştirilmesinde kullanılacak alanların büyük olması ve ürün elde edilmesinin uzun zaman alabilmesi bunlardan bazılarıdır.

### 2.1.2.5. Hidrojen enerjisi

Dünya yüzeyinin yaklaşık %70'i sularla kaplıdır. Suyun bileşenleri ise hidrojen ve oksijendir. Bu nedenle dünyada en çok bulunan elementlerden biri hidrojendir. Farklı yöntemlerle elde edilebilen hidrojen, doğada saf halde bulunmaz (İder, 2003). Hidrojen yenilenebilir olarak üretilebilir ve su, fosil yakıtlar ve biyokütle gibi birçok bileşikte bulunur (Midilli, Ay, Dincer ve Rosen, 2005). Diğer yakıtlar arasında çevresel anlamda en temiz yakıt olma özelliği gösteren hidrojen, birincil enerji kaynakları kullanılarak üretilir ve ihtiyaç türüne göre enerjiye dönüştürülür. Buna hidrojen enerji sistemi denir (İder, 2003).

Hidrojen bilinen tüm yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahiptir. 1 kg hidrojen 2,1 kg doğal gaz veya 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahiptir. Bu nedenle hidrojen, petrolden yaklaşık %33 daha verimli bir yakıt türüdür (ETKB, 2019). Bu yüksek enerjili hidrojen enerjisi genellikle ulaşım sektörü (otomobil, otobüs, uçak, tren vb.), uzay mekiği ve roketlerde kullanılmaktadır (İder, 2003).

Hidrojen, ısı ve patlama enerjisi olarak kullanıldığında atmosfere atılan ürün sadece su ve su buharı olmaktadır. Hidrojenden enerji elde edilme işlemi sırasında su buharı dışında çevreyi kirletici herhangi bir gaz ya da kimyasal bir atık oluşmaması, hidrojenin son derece çevreci bir enerji türü olmasını sağlamaktadır. Sağladığı bu yararların dışında hidrojen enerjisinin avantajları şu şekilde sıralanabilir (Sülükçüler, 2018):

- Hidrojen gazının elde edilmesinde güneş, rüzgâr ve dalga gibi çeşitli enerji kaynakları da kullanılabilir.
- Hidrojenin yapısında karbon bulunmadığı için çevreye herhangi bir zararı yoktur.
- Diğer yakıt türlerine göre daha verimlidir.
- Diğer enerji kaynaklarına göre hidrojen ile daha kolay elektrik üretimi yapılabilir.

- Ulaşım araçlarında kullanılan hidrojenin olası bir kaza sonucu etrafa yayılması, çevre kirliliğine sebep olmaz.

Hidrojen enerjisinin dezavantajlarından bazıları ise şöyle sıralanabilir (Sülükçüler, 2018):

- Gaz halinde bulunan hidrojenin sızma tehlikesi bulunduğu kapalı alanlarda uzun süre muhafaza edilmesi zordur.
- Hidrojen ile oksijenin patlama sonucu birleşmesi durumu ciddi tehlike yaratmaktadır. Bu nedenle sıkı güvenlik önlemleri gerekmektedir.
- Hidrojenin sıvı halde depolanabilmesi için çok düşük sıcaklıklar gerekmektedir.
- Hidrojen gazının saf bir şekilde elde edilebilmesi için gereken uygulamalar oldukça maliyetlidir.
- Hidrojen gazının depo edilmesinde kullanılan tanklar geniş yer kapladığı için alan sıkıntısı yaratabilmektedir.

#### **2.1.2.6. Hidroelektrik enerjisi**

Hidroelektrik terim olarak tanımını; yerçekimi kuvvetinden yararlanılarak düşen veya akan sudan elektrik enerjisi elde etme şeklindedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2017). Akan su içerisindeki enerji miktarını, suyun akış veya düşüş hızı belirlemektedir. Örneğin büyük bir nehirde akmakta olan su yüksek miktarda enerji barındırmaktadır. Aynı zamanda yüksek bir noktadan düşürülen su, büyük miktarda enerji taşımaktadır. Bu iki yolla elde edilen su kanal ya da borular vasıtası ile türbinlere yönlendirilir ve elektrik üretimi için türbinlerin çalışmasını sağlar. Jeneratörlere bağlı olan türbinler ise mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler (ETKB, 2019). Bu sistemlerin bulunduğu yerlere ise hidroelektrik santral denilmektedir.

Hidroelektrik santraller, çevreye çok az zarar vermeleri nedeni ile son yıllarda güneş, rüzgâr ve jeotermal kaynaklarla birlikte yaygın bir biçimde enerji üretiminde başvurulan kaynaklardan birisi olmaktadır. Hidroelektrik santraller enerji üretim esnasında herhangi

bir kimyasal atığa neden olmamakta ve fosil yakıtlara kıyasla oldukça düşük sera gazı salınımına sahiptirler (Ürker ve Çobanoğlu, 2017). Hidroelektrik enerjisinin sağladığı diğer avantajları şu şekilde sıralayabiliriz (ETKB, 2019):

- Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan sudan enerji üretimi sağlanır.
- Santrallerin inşası yerli kaynaklarla yapılabilmektedir.
- Santrallerin ömrü uzundur ve yakıt giderleri bulunmamaktadır.
- İşletme bakım masrafları düşüktür.
- Kuruldukları bölgelerde iş imkânı sağlamaktadır.
- Kırsal kesimlerde sosyoekonomik yapıya katkı sağlamaktadır.

Avantajlarının yanında hidroelektrik santrallerden elektrik enerjisi üretiminin neden olduğu çeşitli dezavantajlar bulunmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir (Gökdemir, Kömürcü ve Evcimen, 2012):

- Kurulan barajlar içme suyu ve sel kontrolü alanlarında kullanılamamaktadır.
- Üretilen birim enerji miktarı başına etütler için yapılan harcamalar daha fazladır.
- 1kW kurulu güç için gereken yatırım maliyeti büyük santrallerden yüksektir.
- Küçük santrallerin işletme maliyeti büyük santrallere göre fazladır.
- Hidroelektrik enerji üretimi alanında yetişmiş teknik personel eksikliği vardır.
- Üretilen enerjinin depolanma imkânı olmadığı için enerji üretimi akıma bağlıdır.
- Hidroelektrik santraller kuruldukları akarsuların su rejimini etkilemekte, akarsu çevresindeki doğal yapıyı ve insan yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir.

- Hidroelektrik santraller inşaat aşamasında akarsu yatağı ve çevresinde problemlere neden olabilmektedir.

Hidroelektrik santrallerinden elektrik üretimi, dünya genelinde yaygın kullanılan enerji üretme tercihlerinden biridir. 2017 yılının sonunda hidroelektrik santrallerden elde edilen elektrik kapasitesi 1,114 GW olmuştur. Hidroelektrik santrallerden elektrik üretimi yapan ülkelerin başında Çin (313 GW) gelirken ikinci sırada Brezilya (100 GW), üçüncü sırada Kanada (81 GW) ve dördüncü sırada Amerika Birleşik Devletleri (80 GW) gelmektedir. Türkiye ise 28 GW üretimle dünya genelinde sekizinci sırada bulunmaktadır (REN21, 2018).

#### **2.1.2.7. Dalga enerjisi**

Yaşam için son derece önemli olan sulardan oluşan okyanuslar, büyük bir enerji kapasitesine sahip olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Çeşitli nedenlerle oluşan deniz dalgalarından elde edilen enerjiye dalga enerjisi denilmektedir (Sülükçüler, 2018). Denizlerde oluşan dalgalar üç şekilde oluşmaktadır. Bunlar (Uygur, Demirci, Saruhan, Özkan ve Belenli, 2006):

- Okyanuslarda gerçekleşen deprem ve çökmelerin oluşturduğu dalgalar,
- Rüzgâr, fırtınaların oluşturduğu dalgalar,
- Gel-git olaylarının neden olduğu dalgalar olarak sıralanabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan dalga enerjisi son yıllarda ön plana çıkan enerji kaynaklarından biridir. Gelişmekte olan bir teknoloji olması ve rüzgâr enerjisi gibi mevcut yenilenebilir enerji kaynaklarıyla rekabet edememesi gibi dezavantajlarına rağmen birçok ülke tarafından dalga enerjisine artan bir talep bulunmaktadır. Bunun nedeni dalga enerjisi kullanımının sağladığı avantajlardır. Bu avantajlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir (Alpdoğan, 2009):

- Birincil enerji kaynaklara bedel ödenmeden temiz enerji üretimi sağlanabilmektedir.

- Dalga enerjisinden enerji üretilen sistemler, gereken enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilir.
- Enerji elde edilmesinde kullanılan sistemler deniz üzerinde kurulduğu için tarım arazilerine zarar vermemektedir.
- Dalga enerjisi kullanımı fosil yakıt kullanımını azaltacağı için dolaylı olarak çevreye katkıda bulunmaktadır.
- Dalga santrallerinin üzeri çeşitli şekillerde (otel, alışveriş merkezi vb.) değerlendirilebilir.

Dalga enerjisi kullanımının dezavantajları ise şu şekilde sıralanabilir (Alpdoğan, 2009):

- Enerjinin elde edilmesi için gerekli sistemlere yapılacak olan yatırım maliyetleri ve bu sistemlerin bakım masrafları yüksektir.
- Oluşan dalgaların değişkenlik göstermesi, sürekli aynı kapasitede enerji üretimini engelleyebilir.
- Kurulan santraller kıyı şeridinin görselliğini olumsuz etkileyebilir.
- Açık denize kurulan sistemler denizcilik için tehlike oluşturabilir.
- Dalga yüksekliklerinin değişkenlik göstermesi sistemlerin dayanıklılığını olumsuz etkileyebilmektedir.

## 2.7. İlgili Araştırmalar

Günümüzde nükleer santraller kavramı ile ilgili çalışmalar yapılmakta ve bu çalışmalar gün geçtikçe hızla artarak devam etmektedir. Bu araştırmalardan bazıları şunlardır:

Demircioğlu ve Uçar (2014), yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının Mersin-Akkuyu bölgesine yapılması planlanan nükleer santral ile ilgili olarak çeşitli



yazılı argümanlar üretmelerini istemişlerdir. Bu yazılı argümanların akıl yürütme tarzı, Toulmin argüman modeli ve argümantasyon seviyeleri açısından incelenerek betimlenmesi sağlanmıştır. Uygulanan tek gruplu ön test, son test ve öğretmen adaylarının ürettiği yazılı argüman incelemesinin sonuçlarına göre öğretmen adaylarının sosyobilimsel konularla ilgili bilgi seviyelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının çoklu akıl yürütme tarzlarının arttığı, en çok ekolojik odaklı, en az ise sosyal odaklı argüman ürettikleri ve argümantasyon seviyesi arttıkça çoklu akıl yürütme tarzlarının da artma eğilimi gösterdiği görülmüştür.

Sürmeli, Duru ve Duru (2017) tarafından yapılan çalışma farklı alanlardaki öğretmenlere uygulanmıştır. 123 sınıf öğretmeni ve 38 fen bilimleri öğretmeni ile yürütülen çalışmada öğretmenlerin nükleer enerji kullanımı ve nükleer santral kurulumuna yönelik tutumları ve bu tutumlara etki eden faktörleri belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre öğretmenlerin nükleer enerji ve nükleer santral kullanımına yönelik olumsuz tutum içerisinde oldukları ve bu olumsuz tutuma nükleer enerji kullanımı esnasından oluşabilecek kazaların ve nükleer enerjinin doğal yaşama olan negatif etkisinin neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğretmenlerin nükleer enerjiye yönelik tutumlarının cinsiyet, branş ve kuruma bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Şenyuva ve Bodur (2016) çalışmasında üniversite öğrencilerinin nükleer santrallere yönelik görüşleri ile çevre okuryazarlıkları arasındaki ilişkinin arayıcı tasarım yöntemi ile belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla mühendislik fakültesi, eğitim fakültesi ve hemşirelik yüksekokulunda öğrenim görmekte olan toplam 906 dördüncü sınıf öğrencisi çalışmanın evrenini oluşturmuştur. Oransız küme örnekleme yöntemi ile belirlenen 296 gönüllü öğrenci ile yürütülen çalışma sonunda öğrencilerin orta düzeyde Türkiye’de nükleer enerji ve nükleer santral kullanımına ilişkin olumsuz tutuma sahip oldukları, orta düzeyde çevre okuryazarlığına sahip oldukları ve Türkiye’de nükleer enerji ve nükleer santral kullanımına karşı tutumları ile çevre okuryazarlığı arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmaz ve Bilge (2018) yaptıkları çalışmada üniversite öğrencilerinin nükleer santralleri kabul etme durumlarına etki eden değişkenleri bir Yapısal Eşitlik Modeli ile araştırmıştır. Alan yazın taraması ile oluşturulan araştırma modelini denemek için çeşitli hipotezler

oluşturulmuş ve bu hipotezleri test etmek için bir veri toplama aracı geliştirilmiştir. Modelde nükleer santraller ile ilgili olarak “Güven”, “Çevresel Fayda Algısı”, “Enerji Fayda Algısı”, “Risk Algısı” ve “Kabul” olmak üzere beş faktör yer almıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin nükleer santrallere karşı güven ve enerji fayda algılarının nükleer santrallerin kabulünde önemli rol oynadığı tespit edilmiştir.

Töman, Karataş ve Odabaşı Çimer (2012) tarafından yapılan çalışmada enerji ve enerjiyle alakalı kavram yanılgılarının belirlenmesine ilişkin bir testin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 15 açık uçlu sorudan oluşan kavram testi, düzenlemeler sonucunda 13 sorudan oluşacak şekilde hazırlanmıştır. 80 fen bilimleri öğretmen adayına uygulanan kavram testinin güvenilirliği 0,92 olarak bulunmuştur. Testin son uygulaması fen bilimleri öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan aynı sınıf düzeyinden öğrencilere yapılmış ve öğrencilerin enerji ve enerji ile ilgili kavramlar hakkındaki düşüncelerini oldukça ayrıntılı bir şekilde açıkladıkları tespit edilmiştir. Çalışma bulgularına göre öğrencilerin anlama seviyeleri ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla iki aşaması da çoktan seçmeli bir testin geliştirilmesi ve uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Karagöz (2007) çalışmasında kimya öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının nükleer enerjiye karşı ilgi ve tutumlarını belirlemeyi amaçlamıştır. İkinci sınıfta öğrenim görmekte olan öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmada elde edilen nicel veriler, yapılan görüşmelerden elde edilen nitel veriler ile desteklenmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin nükleer enerji teknolojileri ve uygulamaları hakkında yeterli bilgiye sahip olmamalarına rağmen, elektrik enerjisi elde edilmesinde nükleer enerjinin son derece önemli olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Ateş (2013) tarafından yapılan çalışmanın amacı; üçüncü sınıfta öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer enerji hakkındaki düşüncelerini belirlemektir. Karma yöntem ile yürütülen çalışmanın nicel verileri anket, nitel verileri ise yarı yapılandırılmış görüşme ile elde edilmiştir. Çalışma Erciyes Üniversitesi ve Ahi Evran Üniversitesinde öğrenim gören toplam 208 fen bilgisi öğretmeni adayı ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda erkeklerin kadınlara göre nükleer enerjiye daha olumlu baktığı, öğretmen adaylarının yaşları ile nükleer enerjiye yönelik bakış açıları arasında olumsuz yönde doğru orantılı bir ilişki olduğu ve nükleer enerji hakkında bilgili olduğunu düşünen

öğrencilerin düşünmeyen öğrencilere göre nükleer enerjiye daha olumlu baktığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca kasabada yaşayan öğrencilerin köyde ve şehir merkezinde yaşayan öğrencilere göre bu enerji türüne daha olumlu baktığı, Erciyes Üniversitesinde okuyan öğrencilerin Ahi Evran Üniversitesinde okuyan öğrencilere göre nükleer enerjiye daha olumlu baktığı ve nükleer enerjiye en olumlu bakan bölgenin Karadeniz Bölgesi olduğu sonuçlarına da ulaşılmıştır.

Ayaz, Karakaş ve Sarıkaya (2016), sınıf öğretmeni adayları ile yaptığı çalışmada adayların nükleer enerji kavramına yönelik düşüncelerini bağımsız kelime ilişkilendirme testi ile belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda hazırlanan ve üç kategoriden (enerji, radyasyon, nükleer enerji) oluşan bağımsız kelime ilişkilendirme testi toplamda 47 sınıf öğretmeni adayına uygulanmıştır. Çalışma sonucunda sınıf öğretmeni adaylarının testte verilen kavramlarla ilgili olarak kelime üretmekte zorluk çektikleri ve sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji konusu ile ilgili çeşitli kavram yanılgılarına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Aksan ve Çelikler (2018) tarafından yapılan çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer ve termik santrallerle ilgili görüşlerini, genel tarama modeli ile belirlemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda nükleer ve termik santrallerin çeşitli boyutlarını (çevresel, biyolojik, ekonomik, güvenlik, sosyal) içeren ve 10 açık uçlu sorudan oluşan bir veri toplama aracı hazırlanmıştır. 93 fen bilgisi öğretmeni adayı ile yapılan çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen adaylarının nükleer ve termik santrallerin çevreyi, canlıları olumsuz yönde etkilediği ve dünya için riskli olduklarını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca adayların bu santrallerin çeşitli güvenlik önlemlerini gerektirdiğini düşündükleri ve bu santrallerin sahip olduğu riskler nedeniyle endişe duydukları ortaya konmuştur.

Yim ve Vaganov (2003) tarafından yapılan çalışmada nükleer risk algısı ve tutumuna eğitimin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla eğitimin, insanların nükleer teknolojiye ilişkin risk algılarını veya tutumlarını değiştirmede bir anahtar olarak kullanılabileceği kabul edilmiştir. Yapılan bazı çalışmalar eğitimin insanların tutumlarını değiştirmede olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda bu çalışmada tutum oluşturma ve değişim teorileri, risk algısı ve halkın nükleer eğitimi ile olan ilişkileri gözden geçirilmiş ve bazı çelişkili bulgular açıklanmaya çalışılmıştır.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Modeli

Nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli ile gerçekleştirilen bu çalışma, betimsel bir çalışmadır. Tarama yönteminde amaç, elde edilen verilerin toplanarak analiz edilmesidir. Tarama modeli, nicel araştırma yöntemlerinin oldukça yaygın kullanılan bir türüdür. Bu çalışmalarda bireyler anket doldurur ya da tutumları, faaliyetleri, düşünceleri ve inanışları hakkında kendileri ile ilgili görüşmeler yapılır (Christensen, Johnson ve Turner, 2015). Bir diğer anlamıyla tarama modeli, bireylerin belirli konulardaki tutum, inanç, görüş, davranış, beklenti ve özelliklerini çeşitli yollarla tespit etme amacıyla kullanılır (Gürbüz ve Şahin, 2017).

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, nicel araştırma yöntemlerinden tarama (survey) yöntemi kullanılarak, Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından geliştirilen ölçek Türkçe diline uyarlanmış ve fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları belirlenmiştir.

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın örnekleme, 2018-2019 eğitim öğretim yılında İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan dört farklı devlet üniversitesinde, Akdeniz Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinde ve Ege Bölgesi'nde bulunan bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 605 fen bilgisi öğretmeni adayından oluşmaktadır. Çalışma grubundaki öğretmen adayları tesadüfi olmayan uygun örneklem yöntemi ile seçilmiştir. Uygun örnekleme, hali hazırda mevcut olan, gönüllü ya da kolaylıkla örneklemeyle dahil edilebilecek katılımcılar ile çalışılacağı durumlarda tercih edilir (Christensen, Johnson ve Turner, 2015). Bu amaçla çalışmaya katılmaya gönüllü olan 605 fen bilgisi öğretmen adayına hazırlanan ölçek

uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının demografik özellikleri ile ilgili bilgiler Tablo 3.1’de verilmiştir.

**Tablo 3.1. Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri**

Değişken	Kategoriler	f	%
Cinsiyet	Kız	490	81,0
	Erkek	115	19,0
Sınıf Düzeyi	1	89	14,7
	2	138	22,8
	3	188	31,1
	4	190	31,4
<b>Toplam</b>		<b>605</b>	<b>100,0</b>

Tablo 3.1. incelendiğinde öğretmen adaylarının 490’ı (%81,0) kız ve 115’i (%19,0) erkektir. Öğretmen adaylarının 89’u (%14,7) 1.sınıf, 138’i (%22,8) 2.sınıf, 188’i (%31,1) 3.sınıf ve 190’ı (%31,4) 4.sınıf düzeyindedir.

### 3.3. Veri Toplama Araçları

#### 3.3.1. Nükleer santrallere yönelik tutum ölçeği

Araştırmada kullanılacak olan ölçek ilk olarak Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından geliştirilmiştir ve literatüre kazandırılmıştır. Ölçek, nükleer santrallere yönelik tutumu belirlemek amacıyla bilişsel, duyuşsal ve davranışsal alt boyutları ölçmek üzere tasarlanmıştır. Bu amaçla her alt boyut ile ilgili 35 madde hazırlanmış ve toplamda 105 maddeden oluşan altılı likert tipi bir ölçek geliştirilmiştir. Hazırlanan ölçek bir nükleer fizik uzmanı ve bir davranış bilimi uzmanı tarafından incelenerek düzenlenmiştir. Düzenleme sonucunda her alt boyut 20 maddeden oluşmak üzere 60 maddelik ölçek oluşturulmuştur. Uygulanan pilot çalışma sonrası alt boyutlarda bulunan madde sayısı 15 olarak düzenlenmiş ve toplamda 45 maddeden oluşan ölçeğe son hali verilmiştir. Ölçeğin alt boyutlarından olan bilişsel basamağı üç olumlu, 12 olumsuz maddeden; duyuşsal basamağı 6 olumlu, 9 olumsuz maddeden; davranışsal basamağı 10 olumlu, 5 olumsuz maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin puan aralığı 15 ve 90 arasında olup yüksek puan nükleer santrallere yönelik bilişsel, duyuşsal ve davranışsal tutumun pozitif yönde olduğunu, düşük puan ise bu alt boyutlara olan tutumun negatif yönde olduğunu göstermektedir (Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin, 2014).

Ölçeğin Türkçe diline çevrilme sürecinde yeni bir ifade eklenmemiş olup, yalnızca bir madde kültürel farklılıklardan ötürü çıkarılmıştır. Beşli likert tipi halinde hazırlanacak ölçeğin Türkçe diline uyarlanması süreci iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak ölçek yabancı dilden (İngilizce) Türkçe diline çevrilmiş, daha sonra ölçek Türkçe dilinden orijinal diline yani İngilizce'ye çevrilmiştir. İkinci aşamada ise son hali verilen Türkçe ölçek bir grup fen bilgisi öğretmen adayına uygulanarak ölçeğin anlaşılabilirliği kontrol edilmiştir.

Ölçeğin İngilizce'den Türkçe diline çevrilmesi dilbilim alanında çalışan iki uzman tarafından gerçekleştirilmiştir. İki uzman çeviri işlemlerini ayrı ayrı gerçekleştirmiştir. Çevirme sürecinden sonra bir araya gelen uzmanlar maddeler hakkında tartışarak ortak bir karara varmış ve Türkçe taslak elde edilmiştir. Fen bilgisi eğitimi alanında çalışan iki uzman Türkçe taslağı inceleyerek gerekli düzenlemeleri yapmış ve ölçeğin son hali elde edilmiştir. Bu ölçek daha sonra yabancı dil yeterliliğine sahip ve fen bilgisi eğitimi alanında çalışmakta olan bir uzman tarafından Türkçe dilinden İngilizce diline çevrilmiştir. Hazırlanan bu taslak araştırmacılar tarafından orijinal ölçek ile karşılaştırılmış ve benzerliğin üst düzeyde olduğu görülmüştür.

Çeviri sürecinin son aşamasında Türkçe diline uyarlanan ölçeğin anlaşılabilirliği test edilmek üzere 30 fen bilgisi öğretmeni adayına uygulanmıştır. Uygulama sonucunda öğretmen adaylarının ölçeğin anlaşılabilirliği konusunda herhangi bir sorunla karşılaşmadığı görülmüş ve ölçeğin uygulanmasına karar verilmiştir.

Çalışmada ilk olarak pilot uygulama yapılmıştır. Bu nedenle pilot çalışma 550 fen bilgisi öğretmen adayına uygulanmıştır. Pilot uygulamanın güvenilirliği ölçmek için Cronbach alpha katsayısı hesaplanmış ve Cronbach alpha kat sayısı .957 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bu değere göre pilot uygulamadan elde edilen veriler ışığında Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği'nin güvenilirliğinin yüksek olduğu söylenebilir.

Gerçekleştirilen pilot çalışma sonrası elde edilen verilere göre ölçeğin orijinal çalışmada olduğu gibi üç alt boyuttan oluştuğu görülmüştür. İncelemeler sonucunda 25 maddeye düşürülen ölçek 13 olumsuz, 12 olumlu maddeden oluşacak şekilde düzenlenmiştir. Ölçekten alınacak en düşük puan 25, en yüksek puan 125 olarak belirlenmiştir.

### 3.3.2. Testin geçerlik çalışmaları

#### 3.3.2.1. Kapsam geçerliği

Araştırmada ölçeğin kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla fen eğitiminde uzman iki akademisyenin görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlara ölçeğin ilk hali (EK-1) sunulmuş ve maddeler ile ilgili geri dönütler alınmıştır. Alınan geri dönütler ve pilot çalışma doğrultusunda maddeler üzerinde gerekli düzeltmeler yapılarak ölçeğe son hali (EK-2) verilmiştir.

#### 3.3.2.2. Ölçüt geçerliği

Ölçüt geçerliği, testi/ölçek puanlarının belirlenen bir ya da daha fazla ölçüt ile ilişkisinin bir göstergesidir (Büyüköztürk, 2012). Çalışmada kullanılan Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği'nin ölçüt geçerliğini sağlamak için bu ölçeğe ait Cronbach alpha katsayısı, pilot çalışmasında kullanılan Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği'ne ait Cronbach alpha katsayısı ile karşılaştırılmıştır. Pilot çalışmasında güvenirlik katsayısı .957 bulunurken, bu çalışmada .934 bulunmuştur. Her iki çalışma içinde güvenirlik katsayılarının oldukça yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 3.3.2.3. Yapı geçerliği

'Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği' nin yapı geçerliğini sağlamak amacıyla, SPSS programında açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve LISREL programında doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır.

##### 3.3.2.3.1. Açımlayıcı faktör analizi (AFA)

Faktör analizi yapılırken, faktör sayısı orijinal ölçekteki faktör sayısı olan üçe sınırlandırılmıştır. Ölçekteki faktörler ve her faktörün altındaki sorular belirlenerek, faktörlere isimler verilmiştir. Faktör 1 "davranışsal", faktör 2 "duyuşsal" ve faktör 3

“bilişsel” olmak üzere isimlendirilmiştir. Faktör analizine ait sonuçlar Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 3.2.** NSYTÖ, KMO ve Barlett’s Test Değerleri

Kaiser-Meyer-Olkin			.941
Örnekleme Ölçüsü Yeterliliği			
Barlett’in Küresellik Testi	Yaklaşık ki-Kare		7951,946
	Serbestlik Derecesi		300
	P		.000

KMO değeri 0 ile 1 arasında değer almaktadır ve elde edilen değer bire yakın olması örneklem büyüklüğünün yeterli düzeyde olduğunu belirtmektedir. Pallant (2001)’ a göre KMO değerinin en az .60 ve üzerinde, Bartlett testinin ise .05’ ten küçük olması gerekmektedir. Tabloda görüldüğü üzere KMO değeri .941 olduğu için örneklem sayısı yeterlidir ve Bartlett testi ise anlamlıdır ( $p < .05$ ). Bu veriler doğrultusunda ölçek, faktör analizine uygundur.

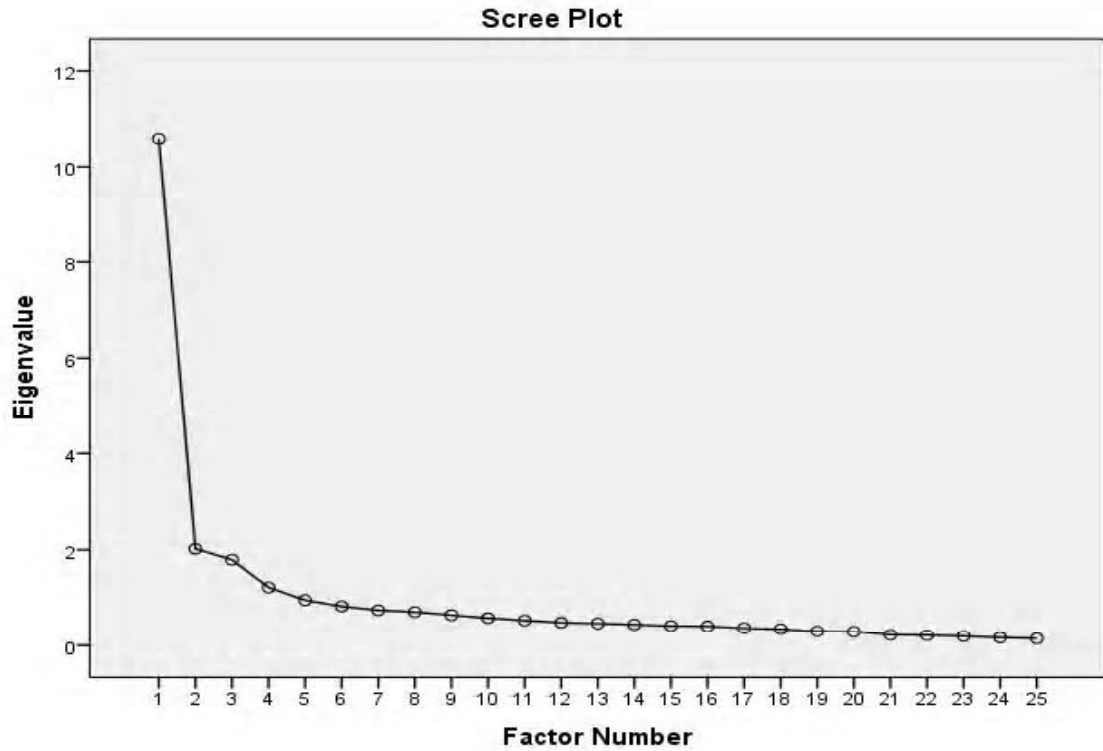
Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği için faktör analizi sonucu bulunan toplam varyans Tablo 3.3.’te verilmiştir. Tablo 3.3.’te görüldüğü gibi Varimax Dik Döndürme Tekniği kullanılarak maddelerin faktörlere dağılımına bakıldığında üç faktörde toplandığı görülmektedir. Bakıldığında bu üç faktör, toplam varyansın %51,667’lik kısmını açıklamaktadır. Bu değer de kabul edilebilir bir seviyedir.

**Tablo 3.3.** NSYTÖ Açıklanan Toplam Varyans

Bileşen	Başlangıç Öz Değerleri			Kare Yüklerin Ekstraksiyon Toplamları			Kare Yüklerin Dönme Toplamları		
	Toplam	% Var	Küm%	Toplam	% Var	Küm%	Toplam	% Var	Küm%
1	10,585	42,339	42,339	10,040	40,162	40,162	5,638	22,551	22,551
2	2,021	8,085	50,425	1,646	6,584	46,745	4,219	16,874	39,425
3	1,793	7,171	57,596	1,230	4,922	51,667	3,060	12,242	51,667

Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği için oluşan Scree Plot Şekil 3.1’de verilmiştir. Şekil 3.1 incelendiğinde genel olarak ölçeğin üç faktöre ayrıldığını göstermektedir.





**Şekil 3.1.** NSYTÖ’de Oluşan Faktörlere Ait Scree Plot Grafiği

**Tablo 3.4.** NSYTÖ Faktör Analizi Sonrası Dönüştürülmüş Bileşenler Matrisi

Maddeler	Faktörler		
	1	2	3
Nükleer santral kurulması üzerine olan tartışmada “nükleer santrali savunanlar” arasında yer alırım.	.829	.290	
Üniversitede görüş bildirme şansım olsa nükleer santral destekçilerinden biri olurum.	.808	.272	.252
Gelecekte ülkemde nükleer santral kurulması hakkında fikrim sorulursa cevabım “evet” olacaktır.	.783	.299	.304
Sevdiklerim karşıt görüşte olsa bile, ülkede nükleer santralin kurulmasını desteklemeyi seçerim.	.754	.270	.333
Ülkemde nükleer bir santrale sahip olma zamanının geldiğini düşünüyorum.	.700		.439
İnternet ortamında nükleer santral hakkında bir tartışma karşıma çıkarsa destekleyici yorumlarımı paylaşıyorum.	.695	.260	

**Tablo 3.4. Devamı**

Ülkemde nükleer bir santral kurulmasını isterim.	.660	.293	.427
Fosil yakıt santralleri ile nükleer santraller arasında seçim yapacak olsam nükleer santrali seçerim.	.655	.323	
Eğer hükümet nükleer santrallerin faydaları hakkında bir makale yarışması düzenlerse, bu yarışmaya katılırım.	.560		
Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma kanser gelir.	.709		
Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma nükleer savaş gelir.	.662		
Yurt dışında patlayan bir santralde olduğu gibi ülkemde de nükleer santralin infilak edeceğinden korkuyorum.	.256	.650	
Nükleer santrale sahip olursak bazı hastalıklara (örneğin lösemi, kan kanseri) karşı risk altında olacağım.	.313	.648	
Nükleer atıkların yönetilmesi ile ilgili şüphelerim var.	.279	.617	
Nükleer santral destekçilerinin sadece tüketime yönelik olduklarını düşünüyorum.	.584		
Nükleer santrallerle ilgili içimde kötü bir his var.	.396	.549	.302
Nükleer santrallerden hoşlanmıyorum.	.395	.543	.372
Nükleer santraller orta karar bir yaşam tarzıyla bağdaşmamaktadır.	.341	.336	
Uzun vadede nükleer santraller ulusal kalkınmayı artırır.	.253	.722	
Nükleer santraller pahalı yakıtlara daha az bağımlı olmamızı sağlar.	.602		
Nükleer santraller elektriği verimli olarak üretebilir.	.580		
Nükleer santraller ülkede yapılacak değerli bir yatırım değildir.	.278	.358	.525
Ne Türkiye’de ne de başka ülkelerde nükleer santrale gerek vardır.	.294	.386	
Nükleer santrallere sahip olmanın ekonomik büyümeyi sağlayamayacağını düşünüyorum.	.314	.362	
Diğer enerji santrallerinde olduğu gibi, nükleer santraller için de dış ülkelerden pahalı yakıt almalıyız.	.321		

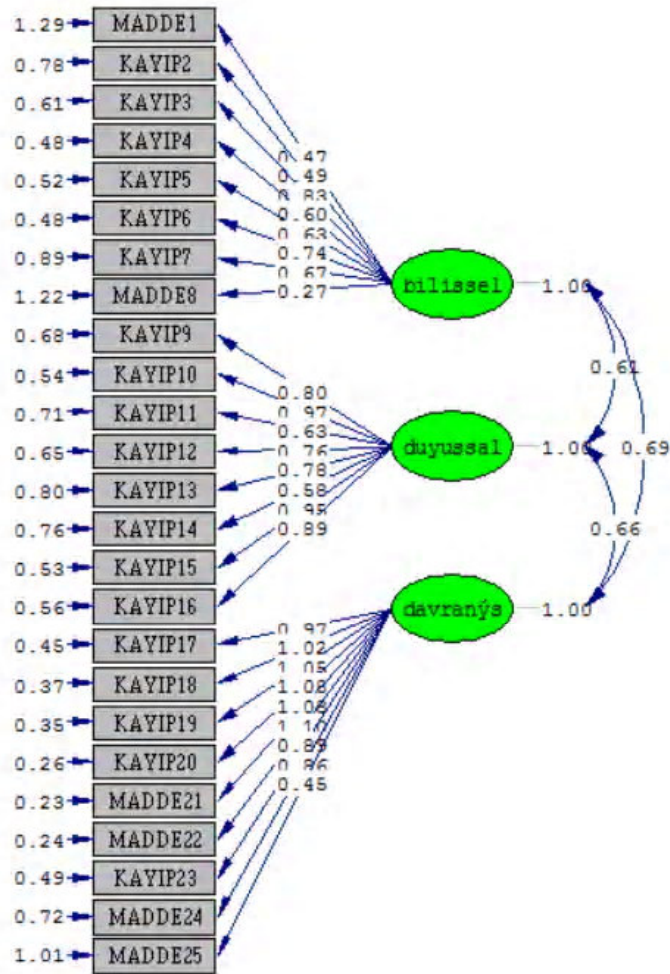
Faktör yüklerinin hangi boyut altında toplandığı tespit edilerek Tablo 3.5’te verilmiştir. Tablo 3.5’te üç alt boyutta verilen ölçek maddelerinin Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014)’in çalışmasındaki alt boyut maddeleri ile aynı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle her bir alt boyuta Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014)’in çalışmasındaki aynı isimler verilmiştir. Buna göre 1. faktör *davranışsal*, 2. faktör *duyuşsal* ve 3. faktör *bilişsel* olarak isimlendirilmiştir. Tablo 3.5’te faktörlerin hangi maddeleri içerdiği ve ölçekteki madde numaraları verilmiştir.

**Tablo 3.5.** NSYTÖ'nün Faktörlerinin İsimlendirilmesi ve Madde Numaraları

	<b>Faktörler</b>		
	<b>Davranışsal</b>	<b>Duyuşsal</b>	<b>Bilişsel</b>
Madde 35	.829		
Madde 34	.808		
Madde 36	.783		
Madde 33	.754		
Madde 32	.700		
Madde 37	.695		
Madde 31	.660		
Madde 38	.655		
Madde 39	.560		
Madde 23		.709	
Madde 26		.662	
Madde 25		.650	
Madde 22		.648	
Madde 24		.617	
Madde 27		.584	
Madde 30		.549	
Madde 29		.543	
Madde 9			.722
Madde 8			.602
Madde 7			.580
Madde 4			.525
Madde 2			.386
Madde 10			.362
Madde 13			.336
Madde 3			.321

### 3.3.2.3.2. Doğrulayıcı faktör analizi (DFA)

NSYTÖ'nün doğrulayıcı faktör analizi (DFA) 25 maddelik ölçek üzerinden yürütülmüştür. Faktör 1 (davranışsal) 9 maddeden (madde 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25), faktör 2 (duyuşsal) 8 maddeden (madde 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16), faktör 3 (bilişsel) 8 maddeden (madde 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) oluşmaktadır. Şekil 3.2'de DFA analizi ile faktörlerin doğrulandığı görülmektedir.



Şekil 3.2. NSYTÖ'nün Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA)

Şekil 3.2'ye göre, ölçek maddelerinin faktör yükleri 0,27 ile 1,10 arasında değişmiştir. İyi bir uyum için maddelerin faktör yüklerinin 0,70'ten fazla olması ya da bu değere yakın olması beklenmektedir. Bu çalışmada, 1, 2, 8 ve 25. maddelerin faktör yükleri 0,50'nin altında kalmıştır. Fakat, bu maddelerin güvenilirlik değerlerinin yüksek olması nedeniyle önemli oldukları düşünülmektedir. Bu nedenle, bu maddelerin ölçekten çıkarılmamasına karar verilmiştir. Tablo 3.6'da DFA sonucunda elde edilen faktör yükleri verilmiştir.

**Tablo 3.6.** DFA Sonucunda Elde Edilen Faktör Yükleri

<b>Maddeler</b>	<b>Faktör Yükleri</b>
1.Ne Türkiye’de ne de başka ülkelerde nükleer santrale gerek vardır.	0,47
2.Nükleer santraller orta karar bir yaşam tarzıyla bağdaşmamaktadır.	0,49
3.Nükleer santraller ülkede yapılacak değerli bir yatırım değildir.	0,83
4.Nükleer santraller elektriği verimli olarak üretebilir.	0,60
5.Nükleer santraller pahalı yakıtlara daha az bağımlı olmamızı sağlar.	0,63
6.Uzun vadede nükleer santraller ulusal kalkınmayı artırır.	0,74
7.Nükleer santrallere sahip olmanın ekonomik büyümeyi sağlayamayacağını düşünüyorum.	0,67
8.Diğer enerji santrallerinde olduğu gibi, nükleer santraller için de dış ülkelere pahalı yakıt almalıyız.	0,27
9.Nükleer santrale sahip olursak bazı hastalıklara (örneğin lösemi, kan kanseri) karşı risk altında olacağım.	0,80
10.Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma kanser gelir.	0,97
11.Nükleer atıkların yönetilmesi ile ilgili şüphelerim var.	0,63
12.Yurt dışında patlayan bir santralde olduğu gibi ülkemizde de nükleer santralin infilak edeceğinden korkuyorum.	0,76
13.Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma nükleer savaş gelir.	0,78
14.Nükleer santral destekçilerinin sadece tüketime yönelik olduklarını düşünüyorum.	0,58
15.Nükleer santrallerden hoşlanmıyorum.	0,95
16.Nükleer santrallerle ilgili içimde kötü bir his var.	0,89
17.Ülkemde nükleer bir santral kurulmasını isterim.	0,97
18.Ülkemde nükleer bir santrale sahip olma zamanının geldiğini düşünüyorum.	1,02
19.Sevdiklerim karşıt görüşte olsa bile, ülkede nükleer santralin kurulmasını desteklemeyi seçerim.	1,05
20.Üniversitede görüş bildirme şansım olsa nükleer santral destekçilerinden biri olurum.	1,08
21.Nükleer santral kurulması üzerine olan tartışmada “nükleer santrali savunanlar” arasında yer alırım.	1,08
22.Gelecekte ülkemizde nükleer santral kurulması hakkında fikrim sorulursa cevabım “evet” olacaktır.	1,10
23.İnternet ortamında nükleer santral hakkında bir tartışma karşıma çıkarsa destekleyici yorumlarımı paylaşıyorum.	0,89
24.Fosil yakıt santralleri ile nükleer santraller arasında seçim yapacak olsam nükleer santrali seçerim.	0,86
25.Hükümet nükleer santrallerin faydaları hakkında bir makale yarışması düzenlerse, bu yarışmaya katılırım.	0,45

Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin son haliyle minimum şartları sağladığı ve bir model oluşturduğu görülmüştür. Elde edilen modelin uyum indeksleri Tablo 3.7’de verilmiştir.

**Tablo 3.7.** NSYTÖ Uyum Değerleri

Uyum İndeksleri	Sonuç
$\chi^2$	1202,46
Df	272
RMSEA	0,087
NFI	0,96
NNFI	0,96
IFI	0,97
RFI	0,95
CFI	0,97
GFI	0,83
AGFI	0,80
RMR	0,084

Tablo 3.7. incelendiğinde  $\chi^2$  değerinin 1202,46, df = 272 olduğu görülmektedir.  $\chi^2$  /df değeri ise 4,42’dir. Schumacker ve Lomax,  $\chi^2$  /df değerinin 1’ den büyük 5’ ten küçük olması gerektiğini belirtmişlerdir (aktaran Deveci ve Çepni, 2015). NFI, NNFI, RFI ve IFI değerlerinin .90 ve üzerinde olması kabul edilebilir değerlerdir (Seçer, 2017). Bu bilgiler doğrultusunda Tablo 3.7’de model uyum indekslerinin .90 üzerinde olduğu gözlenmektedir.

### 3.3.3. Testin Güvenirlik Çalışmaları

#### 3.3.3.1. İç tutarlılık (cronbach alpha) analizi

605 fen bilgisi öğretmeni adayı ile gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen verilerin açımlayıcı faktör analizi sonucunda 25 maddeye indirilen ölçek için Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı hesaplanmıştır. NSYTÖ’de yer alan her bir alt faktörün Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı değerleri hesaplanarak Tablo 3.8’de sunulmuştur.

**Tablo 3.8.** Faktörlerin Cronbach's Alpha Değerleri

Faktör1	Faktör2	Faktör3
.941	.861	.794

Cronbach  $\alpha$  değerinin en az .70 ve üzeri olması gerektiği kabul edilmektedir (Seçer, 2017). Bu çalışmada ölçekten öğrencilerin aldığı puanların güvenilirliğini belirlemek için Cronbach  $\alpha$  katsayısı kullanılmıştır. Bu ölçek için güvenilirlik katsayısı  $\alpha = .934$  olarak hesaplanmıştır. Cronbach  $\alpha$  değerinin .70' den büyük olması ölçeğin güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir ( $\alpha > .70$ ). Tablo 3.8'de faktörlerin güvenilirlik katsayılarına bakıldığında ise 1.faktör için .941, 2.faktör için .861 ve 3.faktör için .794 olarak hesaplanmıştır. Bu bakımdan ölçeğin, faktörler bazında da oldukça yüksek bir güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

### 3.3.3.2. Madde-toplam puan korelasyonu

Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği'nin düzeltilmiş madde-toplam korelasyon katsayılarının 0,160 ile 0,803 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Madde-toplam korelasyon değeri her bir maddenin toplam puan ile arasındaki ilişkiyi belirler. Bu değer .30'dan düşük olması maddenin, ölçekten farklı bir değeri ölçtüğünü gösterir (Pallant, 2017). Çalışmamızda 0,30'un altında değere sahip olan 20, 12 ve 13. maddeler bulunmaktadır. Ancak, bu maddeler silindiğinde iç tutarlılık (Cronbach  $\alpha$ ) değerinde önemli bir artış görülmediği için madde silinmemiştir (Tablo 3.9.). Bu bilgiler doğrultusunda ölçekte yer alan maddelerin güvenilirliği yüksektir sonucuna ulaşılabilir.

**Tablo 3.9.** Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonları

Maddeler	Düzeltilmiş Madde-Toplam Korelasyonları
7.Nükleer santraller elektriği verimli olarak üretebilir.	0,457
8.Nükleer santraller pahalı yakıtlara daha az bağımlı olmamızı sağlar.	0,402
9.Uzun vadede nükleer santraller ulusal kalkınmayı artırır.	0,518

**Tablo 3.9. Devamı**

16.Kömür kirleticiler gibi kirlenmediğinden bir nükleer santrale sahip olmak istiyorum	0,483
17.Ülkemde bir nükleer santralin olmasını isterim.	0,689
18.Nükleer santraller fosil yakıtlar gibi sera etkisine neden olmadığı için daha iyidir?	0,577
19.Nükleer santral karşıtları geleceği öngöremiyorlar.	0,445
20.Nükleer atıkları yönetmek için yeni bir teknolojinin varlığından haberim var.	0,190
21.Bazı ülkeler atom bombası denemelerine rağmen nükleer santrallere sahip olmaya devam etmektedir. Bu yüzden nükleer santrallerden korkmuyorum.	0,556
31.Ülkemde nükleer bir santral kurulmasını isterim.	0,774
32.Ülkemde nükleer bir santrale sahip olma zamanının geldiğini düşünüyorum.	0,780
33.Sevdiklerim karşıt görüşte olsa bile, ülkede nükleer santralin kurulmasını desteklemeyi seçerim.	0,774
34.Üniversitede görüş bildirme şansım olsa nükleer santral destekçilerinden biri olurum.	0,776
35.Nükleer santral kurulması üzerine olan tartışmada “nükleer santrali savunanlar” arasında yer alırım.	0,766
36.Gelecekte ülkemde nükleer santral kurulması hakkında fikrim sorulursa cevabım “evet” olacaktır.	0,803
37.İnternet ortamında nükleer santral hakkında bir tartışma karşıma çıkarsa destekleyici yorumlarımı paylaşıyorum.	0,618
38.Fosil yakıt santralleri ile nükleer santraller arasında seçim yapacak olsam nükleer santrali seçerim.	0,701
39.Eğer hükümet nükleer santrallerin faydaları hakkında bir makale yarışması düzenlerse, bu yarışmaya katılırım.	0,387
1.Nükleer santrallerin çevre kirliliğine yol açacağını düşünüyorum.	0,674
2.Ne Türkiye’de ne de başka ülkelerde nükleer santrale gerek vardır.	0,485
3.Nükleer santraller orta karar bir yaşam tarzıyla bağdaşmamaktadır.	0,480
4.Nükleer santraller ülkede yapılacak değerli bir yatırım değildir.	0,666
5.Nükleer santraller diğer elektrik santrallerinden daha tehlikeli olabilir.	0,561
6.Hükümet, bütçesini nükleer santraller dışındaki enerji kaynaklarına ayırmalıdır.	0,608
10.Nükleer santrallere sahip olmanın ekonomik büyümeyi sağlayamayacağını düşünüyorum.	0,434



**Tablo 3.9. Devamı**

11.Nükleer santral inşa etmenin dış ülkelerden sağlanacak teknolojilere bağımlı olmamıza neden olacağını düşünüyorum.	0,396
12.Henüz hazır olmadığımız nükleer santralleri işletecek uzmanlara ihtiyacımız olduğunu düşünüyorum	0,160
13.Diğer enerji santrallerinde olduğu gibi, nükleer santraller için de dış ülkelere pahalı yakıt almalıyız.	0,161
14.Nükleer enerji yerine alternatif bir enerjiyi (güneş, rüzgâr vb.) tercih ederim.	0,565
15.Nükleer santrallerin gerçekten ucuz enerji kaynağı olduğuyla ilgili şüphelerim var.	0,583
22.Nükleer santrale sahip olursak bazı hastalıklara (örneğin lösemi, kan kanseri) karşı risk altında olacağım.	0,636
23.Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma kanser gelir.	0,627
24.Nükleer atıkların yönetilmesi ile ilgili şüphelerim var.	0,573
25.Yurt dışında patlayan bir santralde olduğu gibi ülkemizde de nükleer santralin infilak edeceğinden korkuyorum.	0,549
26.Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma nükleer savaş gelir.	0,572
27.Nükleer santral destekçilerinin sadece tüketime yönelik olduklarını düşünüyorum.	0,535
28.Nükleer santral benim için yeni bir şey, bu yüzden onu ilk başta istemiyorum.	0,541
29.Nükleer santrallerden hoşlanmıyorum.	0,756
30.Nükleer santrallerle ilgili içimde kötü bir his var.	0,721
40.Eğer biri nükleer santral kurulmasının protesto edilmesi için beni davet ederse, bu kampanyaya katılıyorum.	0,373
41.Eğer herhangi birisi beni nükleer santralleri desteklemem için davet ederse, ona itiraz ederim.	0,627
42.Nükleer santral karşıtı bir SMS alırsam bu mesajı arkadaşlarıma iletirim.	0,405
43.Arkadaşlarım nükleer santralleri desteklerse, onlara itiraz ederim.	0,634
44.Ülkede nükleer santral kurulmasına itiraz ederim.	0,747

### 3.4. Veri Toplama Süreci

Bu araştırmadaki veriler “Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği (NSYTÖ)” kullanılarak toplanmıştır. Veri toplama sürecinde araştırmacı etkin rol oynamıştır.

“NSYTÖ” üniversitelerde araştırmacı tarafından bizzat uygulanmıştır. Ölçek, toplamda 30 dakika süre ile uygulanmıştır.

### 3.5. Verilerin Analizi

Bu çalışmada elde edilen verileri analiz etmek için betimsel istatistik ve çıkarıma dayalı istatistik veri analizi yöntemleri SPSS 22 paket programı üzerinden kullanılmıştır. Betimsel istatistik analizinde katılımcıların puanlarının cinsiyet ve sınıf seviyesi düzeylerinde normal dağılıp dağılmadığı belirlenmiştir. Bu amaçla ölçek toplam puanları ile cinsiyet ve sınıf seviyesi bazındaki toplam puanların normal dağılım değerlerine bakılmıştır. Analizi yorumlamak için aritmetik ortalama, mod, medyan, basıklık, çarpıklık değerleri ve histogram grafikleri belirlenen aralıklar kapsamında incelenmiştir. Yapılan işlemler doğrultusunda verilerin normal dağıldığı gözlenmiştir.

Çıkarıma dayalı istatistiksel analizi yürütmek için her parametrik testin karşılığı olan araştırma sorusu ve hipotezi yazılmıştır. Kız ve erkek fen bilgisi öğretmen adaylarının NSYTÖ’den almış oldukları toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını gözlemek için ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının NSYTÖ’den almış oldukları toplam puanların sınıf düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılmıştır. ANOVA testinin uygulanabilmesi için gerekli olan varsayımlar test edilmiştir.

Katılımcıların düzeylerini belirlemek amacı ile ölçekten elde edilen en yüksek ve en düşük puan belirlenmiştir. İlişkinin arasındaki fark alınarak beşli derecelendirme ölçeği olduğu için beşe bölünmüştür. Çıkan sonuç en düşük puana eklenerek maksimum puana doğru derecelendirilmiştir. Öğretmen adaylarının tutum düzeyleri çok düşükten çok yükseğe doğru sınıflandırılmıştır (Büyüköztürk, 2012).

## BÖLÜM IV

### BULGULAR

#### 4.1. Ana Probleme Ait Bulgular

“Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları ne düzeydedir?” ana problemi için öncelikle öğretmen adaylarının ölçekten alacakları minimum ve maksimum puanlar belirlenmiştir. Ölçek 25 maddeden oluşan beşli likert tipi olduğu için, ölçekten alınabilecek minimum puan 25, maksimum puan ise 125 olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu puanlar üzerinden beş düzey ortaya çıkarılmıştır. Belirlenen düzeyler Tablo 4.1’de verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Düzey Aralıkları Frekans Tablosu

	Frekans	Yüzde
<b>Çok Düşük</b>	25	4,1
<b>Düşük</b>	103	17,0
<b>Orta</b>	300	49,6
<b>Yüksek</b>	127	21,0
<b>Çok Yüksek</b>	50	8,3
<b>Toplam</b>	605	100,0

Tablo 4.1’de görüldüğü üzere ölçekten alınan toplam puanlara göre; çok düşük düzeyde (25-45 puan aralığı) 25 öğretmen adayı, düşük düzeyde (45.25-65 puan aralığı) 103 öğretmen adayı, orta düzeyde (65.25-85 puan aralığı) 300 öğretmen adayı, yüksek düzeyde (85.25-105 puan aralığı) 127 öğretmen adayı ve çok yüksek düzeyde (105.25-125 puan aralığı) ise 50 öğretmen adayı bulunmaktadır.

**Tablo 4.2.** NSYTÖ Toplam Puan Frekans Analizi Tablosu

N	Ortalama	Mod	Medyan	Basıklık	Çarpıklık
---	----------	-----	--------	----------	-----------

**Tablo 4.2.** *Devamı*

Nükleer Santraller						
Yönelik Tutum Ölçeği	605	77,86	76	76,44	.155	.142

Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere 605 öğretmen adayının NSYTÖ'den almış oldukları toplam puanların ortalama (77,86), mod (76) ve medyan (76,44) değerleri birbirine yakındır. Basıklık (.155) ve çarpıklık (.142) değerleri -1 ile +1 aralığındadır.

#### 4.2. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

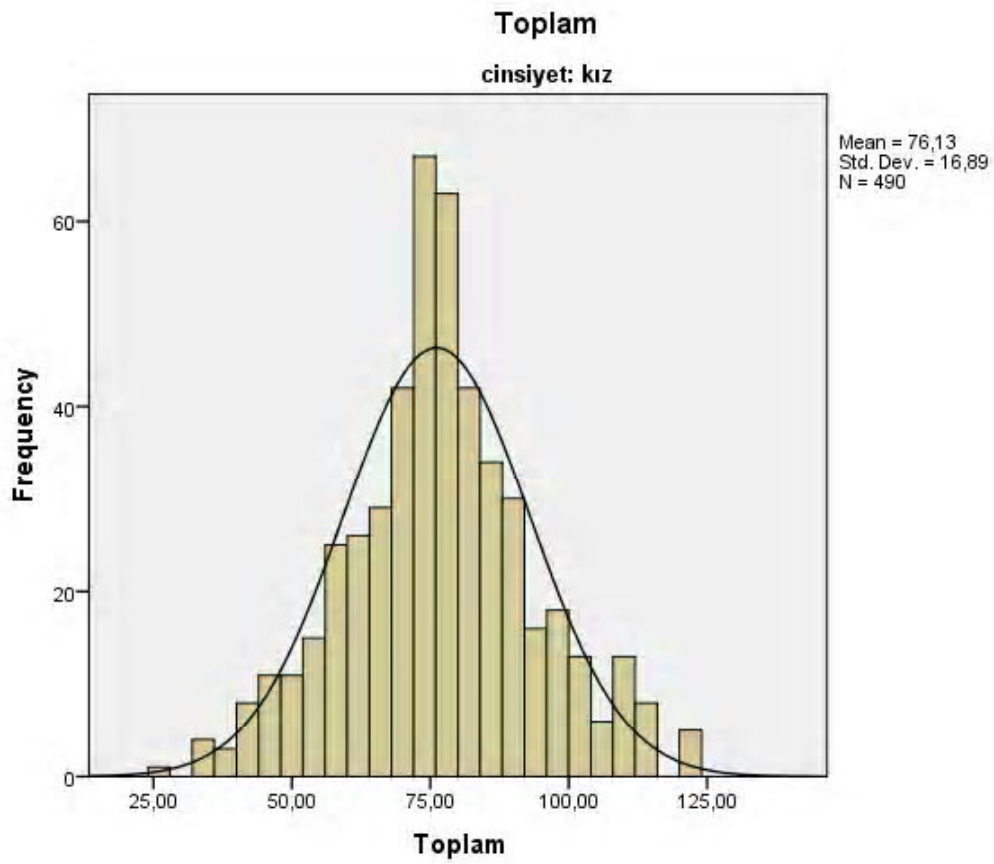
“Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” sorusuna cevap bulmak için ilişkisiz örneklem t-testi yapılmıştır. İlişkisiz örneklem t-testi yapabilmek için ilişkisiz örneklem t-testinin üç varsayımını karşılanması gerekmektedir. Bu üç varsayım; örneklem büyüklüğü ( $N > 15$ ), normal dağılım ve varyansların eşitliğidir. Varsayımlar sağlanmadan ilişkisiz örneklem t-testi yapılamaz. Varsayımlardan örneklem büyüklüğü ve normal dağılım için betimsel istatistik analizleri kullanılmıştır.

**Tablo 4.3.** Birinci alt Probleme Ait Betimsel İstatistik Analiz Tablosu

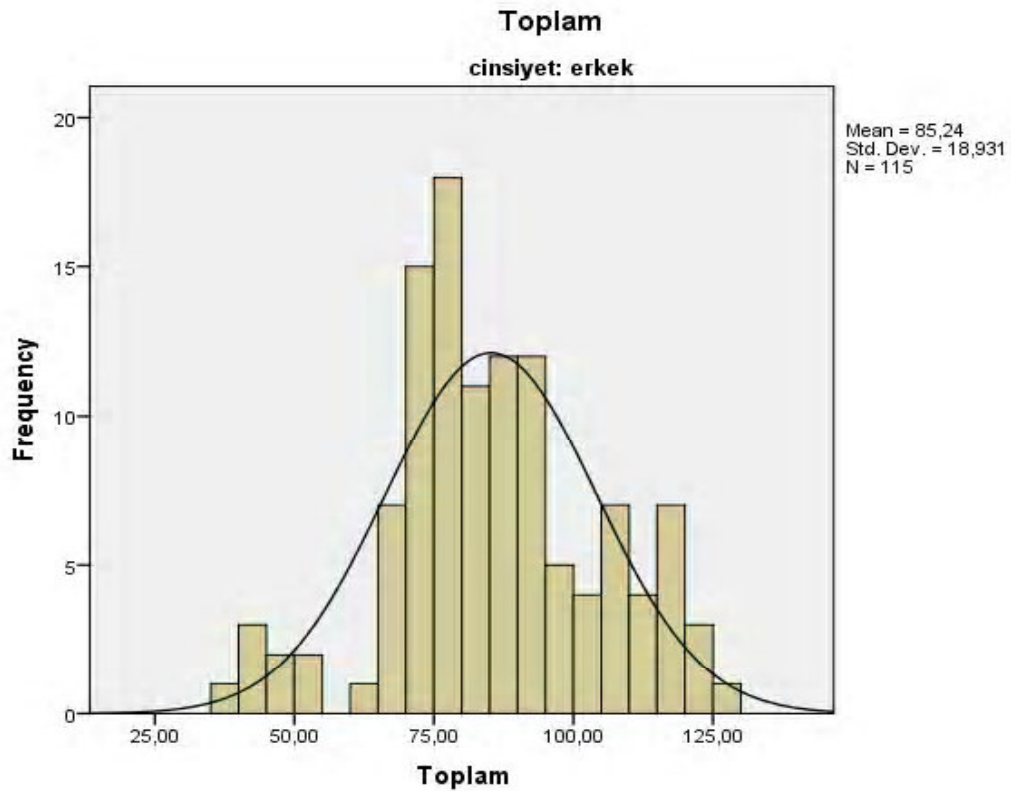
	N	Ortalama	Mod	Medyan	Basıklık	Çarpıklık
Kız	490	76,13	76	76	.230	.097
Erkek	115	85,24	79	82	-.132	.024

Tablo 4.3'e bakıldığında kız ve erkek öğretmen adaylarının yeterli örneklem sayısı varsayımını karşıladığı görülmektedir. Kız ve erkek öğretmen adaylarının NSYTÖ'den almış oldukları toplam puanların mod, medyan ve ortalama değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Basıklık ve çarpıklık değerleri -1 ile +1 arasındadır. Bu iki varsayım göz önüne alındığında, kız ve erkek öğretmen adaylarının NSYTÖ'den almış

oldukları toplam puanların normal dağılım gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Normal dağılımın incelenmesinin bir diğer yolu da histogram grafikleridir. Şekil 4.1. ve Şekil 4.2. incelendiğinde kız ve erkek öğretmen adaylarının toplam puanlarının normal dağılım gösterdiği görülmektedir.



**Şekil 4.1.** Kız Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği



**Şekil 4.2.** Erkek Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği

**Tablo 4.4.** İlişkisiz Örneklem t-Testi Levene's Test Tablosu

Levene' s Test	
F	Sig.
3,341	.068

Levene' s testinden elde edilen sonuçlar bize üçüncü varsayımımız olan varyansların eşitliği hakkında bilgi verecektir. Tablo 4.4'te görüldüğü üzere Sig. değeri  $p=.05$  değerinden büyüktür. Bu durumda varyansların eşitliği koşulunun sağlandığı görülmektedir. Yapılan analizler sonucunda üç varsayım da karşılandığı için t-testi yapılabilir. Varyansların eşit olması durumunda t-testi yorumu yapılırken ilişkisiz örneklem t-testi tablosunda ilk satırda yer alan değerler incelenebilir (Pallant,2017).

**Tablo 4.5.** İlişkisiz Örneklem t-Testi Tablosu

	N	X	S. D	t	df	p
Kız	490	76,13	16,89	-5,081	603	,000
Erkek	115	85,24	18,93			

“Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” sorusuna cevap bulmak için ilişkisiz örneklem t-testi yürütülmüştür. Tablo 4.5 incelendiğinde p değerinin .05’ ten küçük olduğu görülmektedir. Tablo 4.5.’te verilen sonuçlara göre kızların (M=76,13, SD=16,89) ve erkeklerin (M=85,24, SD=18,93;  $t(603)=-5,081$ ,  $p=.000$ ) elde etmiş oldukları toplam puanlar arasında anlamlı bir fark vardır. Bu farklılaşma erkek öğretmen adayları lehinedir ( $X_{Erkekler} > X_{Kızlar}$ ). Ortalamalar arasındaki farkların büyüklüğü (ortalama fark = -9,10, 95% Güven aralığı: -12,62’den -5,59’a) Cohen’ in ifadesiyle orta düzeyde bir etki büyüklüğü olarak kabul edilir (eta kare = .04). Cohen, .01’i küçük etki, .06’yı orta düzey etki ve .14’ü büyük etki olarak sınıflandırmaktadır (aktaran Pallant, 2017).

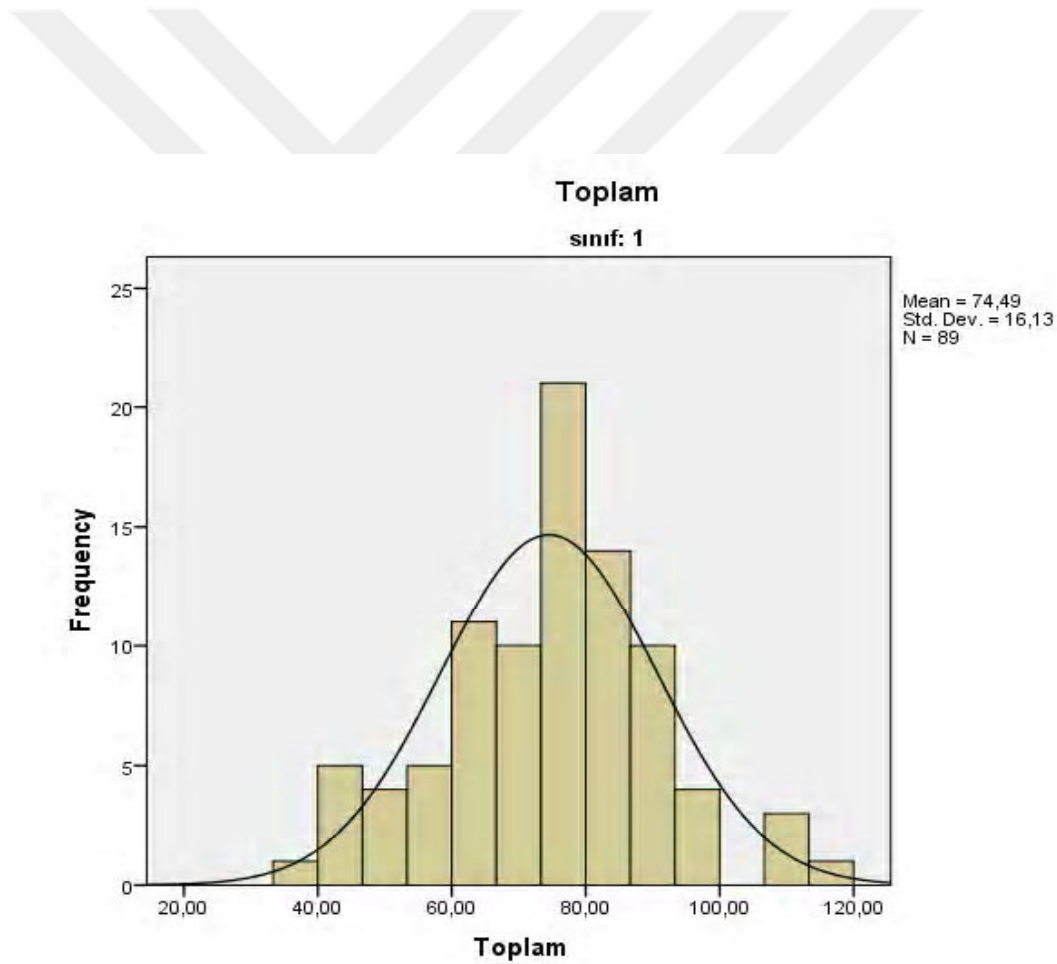
### 4.3. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

“Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” sorusuna cevap verebilmek için tek faktörlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yapılmıştır. ANOVA testi yapabilmek için üç varsayımının karşılanması gerekmektedir. Bu üç varsayım; örneklem büyüklüğü ( $N > 15$ ), normal dağılım ve varyansların eşitliğidir. Varsayımlardan örneklem büyüklüğü ve normal dağılım için betimsel istatistik analizleri kullanılmıştır.

**Tablo 4.6.** İkinci Alt Probleme Ait Betimsel İstatistik Analizi

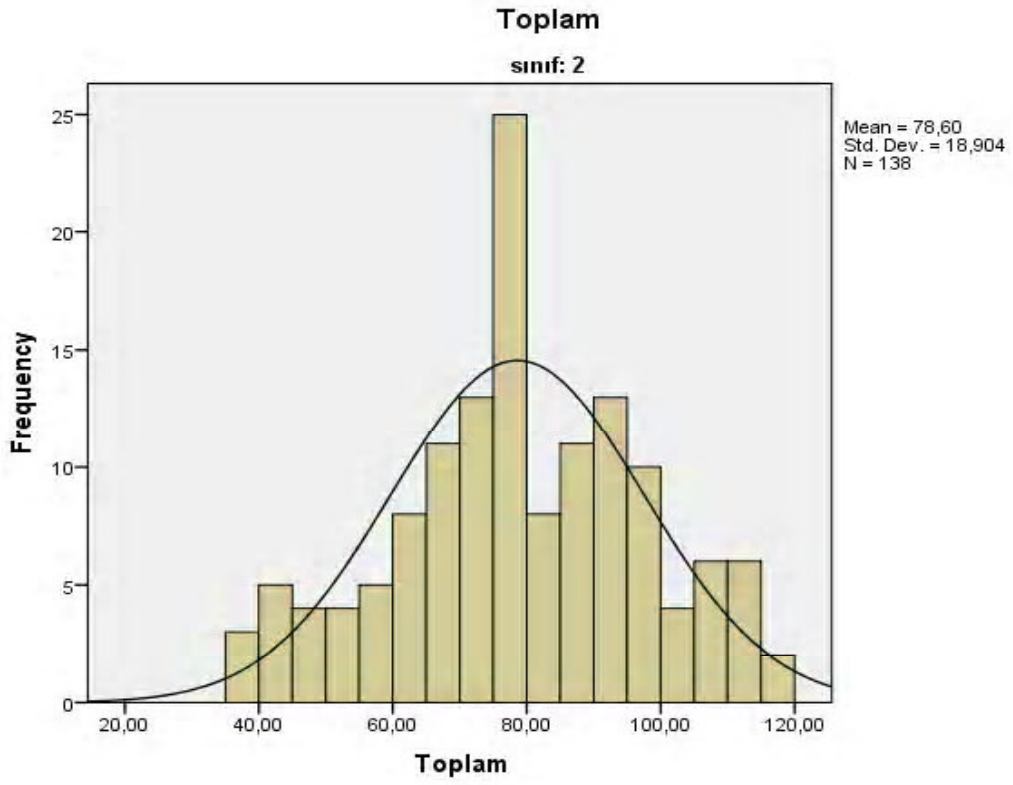
Sınıflar	N	Ortalama	Mod	Medyan	Basıklık	Çarpıklık
1	89	74,49	75	76	.182	.008
2	138	78,60	76	78	-.377	-.137
3	188	78,14	80	76	.223	.404
4	190	78,63	76	77	.577	.146

Sınıf düzeylerinin yeterli örneklem sayısı varsayımını karşıladığı Tablo 4.6 üzerinde gösterilmiştir. 1, 2, 3 ve 4. sınıfta öğrenim gören öğretmen adaylarının almış oldukları toplam puanların mod, medyan ve ortalama değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Basıklık ve çarpıklık değerleri ise -1 ile +1 aralığındadır. Bu iki varsayım göz önüne alındığında farklı sınıflarda öğrenim gören öğretmen adaylarının almış oldukları toplam puanlar normal dağılım göstermektedir. Normal dağılıma bakmanın bir diğer yolu da histogram grafikleridir. Şekil 4.3., Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6. incelendiğinde sınıf düzeylerinin normal dağılım gösterdiği gözlenmektedir.

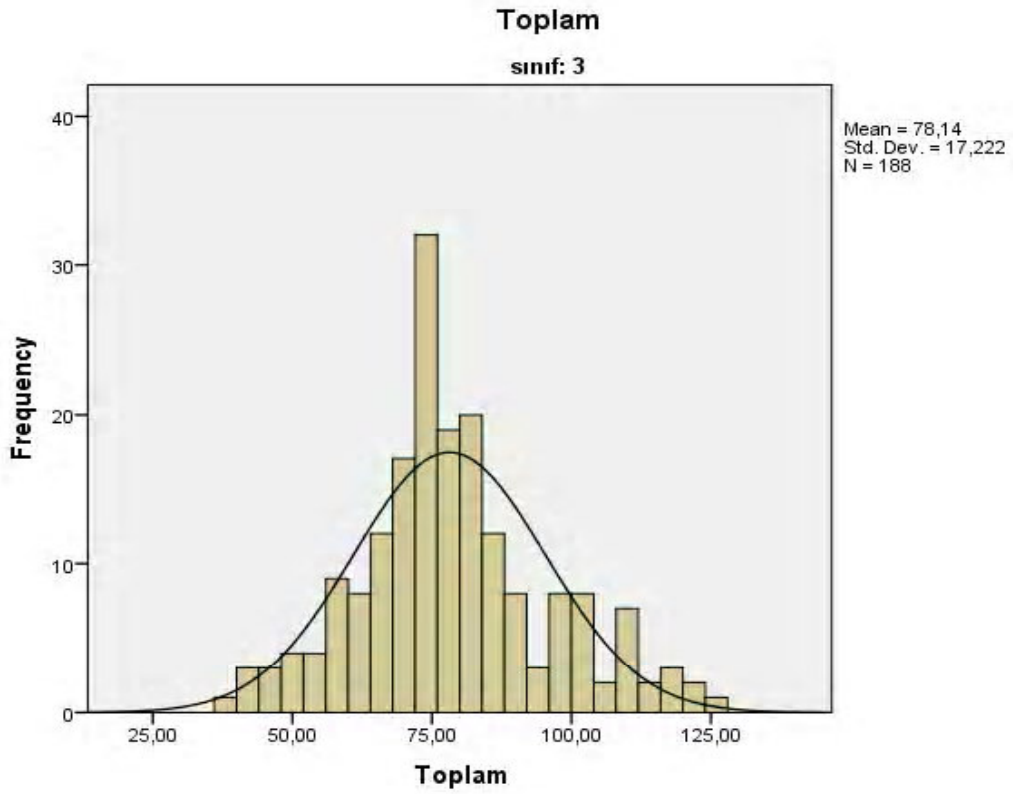


**Şekil 4.3.** 1. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği

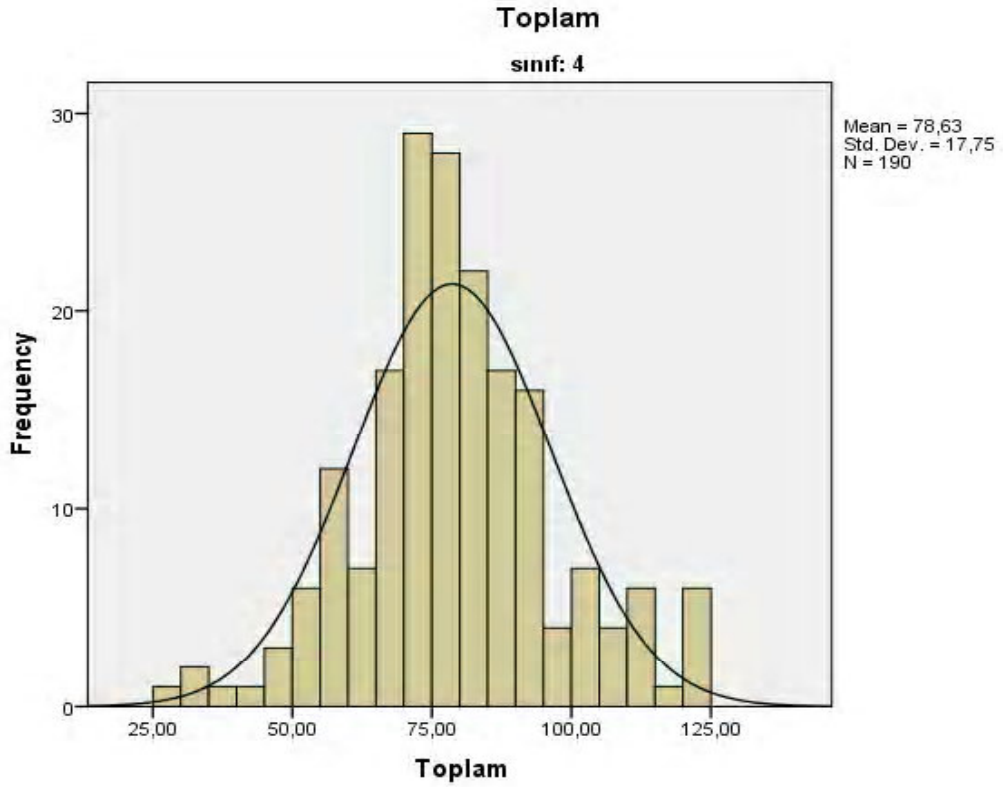




**Şekil 4.4. 2. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği**



**Şekil 4.5. 3. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği**



**Şekil 4.6.** 4. Sınıf Öğretmen Adaylarının Histogram Grafiği

Levene's testinden elde edilen sonuçlar bize üçüncü varsayımımız olan varyansların eşitliği hakkında bilgi verecektir. Tablo 4.7 incelendiği zaman Levene's testinde Sig. değeri  $p > .05$ 'dir. Bu durum varyansların eşit olduğunu göstermektedir. Varsayımlardan örneklem büyüklüğü ( $N > 15$ ), normal dağılım ve varyansların eşitliği varsayımlarımızın karşılanması doğrultusunda ANOVA testi yapılmıştır.

**Tablo 4.7.** ANOVA Testi Levene's İstatistik Tablosu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1,159	3	601	,325

**Tablo 4.8.** ANOVA Tablosu

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar arası	1215,797	3	405,266	1,303	,272
Grup içi	186860,553	601	310,916		
Toplam	188076,350	604			

NSYTÖ tarafından ölçülmüş biçimiyle, sınıf düzeylerinin nükleer santrallere yönelik tutum üzerine etkisini incelenmek için tek faktörlü gruplar arası varyans analizi yürütülmüştür. Katılımcılar sınıf düzeyine göre dört gruba ayrılmıştır (Grup 1: 1. sınıf düzeyindeki öğretmen adayları; Grup 2: 2. sınıf düzeyindeki öğretmen adayları; Grup 3: 3. sınıf düzeyindeki öğretmen adayları; Grup 4: 4. sınıf düzeyindeki öğretmen adayları). Dört sınıf düzeyi için NSYTÖ puanlarında  $p > .05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Eta kare kullanılarak hesaplanan etki büyüklüğü ,006 olarak bulunmuştur. Bu değer Cohen 'in ifadesiyle çok küçük bir etki büyüklüğü olarak kabul edilir. Cohen, .01'i küçük etki, .06'yı orta düzey etki ve .14'ü büyük etki olarak sınıflandırmaktadır (aktaran Pallant, 2017).

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın ana problemi olan “Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları ne düzeydedir?” sorusuna yönelik elde edilen bulgulara göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir kısmının (%78,9) nükleer santrallere yönelik tutum düzeylerinin genel olarak orta seviye ve üzerinde olduğu görülmüştür. İlgili çalışmalar incelendiğinde literatürde farklı sonuçların elde edildiği araştırmalar bulunmaktadır. Nükleer santrallere yönelik tutumun araştırıldığı çalışmalardan olumsuz tutuma sahip bireylerin bulunduğu (Ateş ve Saraçoğlu, 2013; Cansız ve Cansız, 2015; Kılınç, Boyes ve Stanisstreet, 2013; Sürmeli vd., 2017; Şenyuva ve Bodur, 2016; Turan, 2017) ve olumlu tutuma sahip bireylerin bulunduğu (Kenar, 2013; Yener, Aksüt ve Somuncu Demir, 2017) çalışmalar mevcuttur. Olumsuz tutuma sahip bireyler genellikle nükleer santrallerin insan sağlığına ve çevreye zarar vereceğini düşünmektedir (Şenyuva ve Bodur, 2016). Buna karşılık Yener ve arkadaşları (2017) fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada bir nükleer araştırma reaktörüne gezi düzenlemiştir. Düzenledikleri gezide reaktörün çalışması ile ilgili bir eğitime katılan öğretmen adaylarının, gezi sonrası nükleer santrallere yönelik tutumlarının olumlu yönde değiştiği gözlemlenmiştir. Özdemir ve Çobanoğlu (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sosyal bilgiler öğretmeni adaylarının fen bilgisi öğretmen adaylarına göre nükleer santrallere yönelik daha olumsuz tutuma sahip olduğu, Sürmeli ve arkadaşlarının (2017) gerçekleştirdiği çalışmada ise sınıf öğretmenlerinin fen bilgisi öğretmenlerine göre nükleer santrallere yönelik daha olumsuz tutuma sahip olduğu görülmüştür. Bireylerin enerji kaynakları hakkındaki duyuşsal ve bilişsel inanışları, bu kaynaklara olan desteklerini karakterize etmektedir (Truelove, 2012). Buradan yola çıkarak nükleer santraller ile ilgili doğru öğrenmelerin gerçekleştirilmesinin, bireylerin nükleer santrallere yönelik tutumlarını etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada elde

edilen bulgulara göre, öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik genellikle olumlu bir tutum içerisinde oldukları sonucuna ulaşılmaktadır. Bunun nedeni olarak ise nükleer santraller ile ilgili belli bir bilgi birikimine sahip olmalarının, bu duruma yol açmış olabileceği düşünülmektedir. Ateş ve Saraçoğlu (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğretmen adaylarının nükleer santraller hakkındaki bilgi birikimi arttıkça, nükleer santrallere yönelik olumlu tutum sergiledikleri sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemi olan “Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” sorusuna yönelik elde edilen bulgulara göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutum düzeyleri cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir. Buna göre erkeklerin kadınlara göre nükleer santrallere daha olumlu tutum sergiledikleri söylenebilir. İlgili çalışmalar incelendiğinde literatürde benzer sonuçların bulunduğu görülmektedir (Choi, Lee, Cho ve Lee, 1998; Gökmen, Atik, Ekici, Çimen ve Altunsoy, 2010; Honda, Wiwattanapantuwong ve Abe, 2014; Keller, Visschers ve Siegrist, 2012; Kenar, 2013; Kılınç vd., 2013; Özdemir ve Çobanoğlu, 2008; Rabow, Hernandez ve Newcomb, 1990; Sürmeli vd., 2017; Yılmaz ve Bilge, 2018). Bu durum kadın bireylerin çevreye karşı duyuşsal tutumlarının erkeklere göre daha fazla olması (Özdemir ve Çobanoğlu, 2008) veya kadınların aile sağlığı ve güvenliği ile ilgili endişelerinin ön plana çıkarken erkeklerin daha çok ekonomik faktörleri göz önünde bulundurması (Freudenberg ve Davidson, 2007) ile açıklanabilir. Keller ve arkadaşları (2012) bu durumun, nükleer santraller ile ilgili çağrışımların cinsiyet farklılıklarına bağlı olarak, kadınlarda daha çok duygusal imajlarla ilişkili olmasından kaynaklandığını öne sürmüştür. Bir diğer çalışmada ise Brody (1984), kadınların nükleer enerji ve çevre kirliliği konusunda erkeklerden daha fazla endişe duydukları sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle kadınların nükleer santraller hakkında daha olumsuz tutuma sahip olduklarını vurgulamıştır.

Araştırmanın ikinci alt problemi olan “Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları sınıf düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” sorusuna yönelik elde edilen bulgulara göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutum düzeyleri sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Özdemir ve Çobanoğlu (2008) tarafından sosyal bilgiler ve

fen bilgisi öğretmen adaylarına uygulanan çalışmada, nükleer santrallere yönelik tutumun sınıf düzeyine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu açıdan ilgili literatürden farklı bir sonuç elde edildiği söylenebilir. Öğretmen adaylarının ilerleyen sınıf düzeyleri ile birlikte bilgi birikimlerinin de artması beklenmekte ve bu durumun onların tutumlarını etkileyeceği düşünülmektedir. Fakat araştırma bulguları göz önünde bulundurulduğunda böyle bir farklılığın gözlenmediği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumun öğretmen adaylarının lisans eğitimi sırasında nükleer enerji ve nükleer santraller ile ilgili olarak yeterli düzeyde eğitim alamamaları sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. Fen bilgisi öğretmenliği lisans programı incelendiğinde nükleer enerji ve nükleer santraller ile ilgili belirgin bir dersin olmadığı, yalnızca 3. sınıf düzeyinde “Çevre Eğitimi” dersinde bu konulara değinildiği görülmektedir. Buradan yola çıkarak öğretmen adaylarının, nükleer enerji ve nükleer santraller konuları hakkında yeterli seviyede eğitim görmedikleri sonucuna ulaşılmaktadır.

## 5.2. Öneriler

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen bulgulardan yola çıkılarak ulaşılan sonuçlar ile ilgili önerilerde bulunulmuş ve bu öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Bu araştırmanın bulguları fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük bir kısmının nükleer santrallere yönelik tutumlarının orta seviye ve üzerinde olduğunu göstermektedir. Bu durumun öğretmen adaylarının nükleer santrallerle ilgili belli bir bilgi birikimine sahip olmalarından kaynaklandığına inanılmaktadır. Fakat bu bilgi birikiminin yeterli düzeyde olmadığı düşünülmektedir. Gelecek nesillerin bilgi sahibi olmasında önemli bir rol oynayan öğretmen adaylarının bu tür sosyobilimsel konularda öğrencilere doğru bilgiler aktarabilmeleri için yeterli bilgi birikimine sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle fen bilgisi öğretmen adaylarına lisans eğitimleri süresince enerji kaynakları ve çevreye etkileri üzerine daha kapsamlı bir eğitim verilmesi gerektiği düşünülmektedir.
- Araştırma sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutum düzeylerinin sınıf düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir. Bu durumun öğretmen adaylarının lisans eğitimleri sırasında

enerji kaynakları ve çevreye etkileri ile ilgili yeterli seviyede eğitim almamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu nedenle fen bilgisi öğretmen adaylarının lisans eğitimi programlarına, her sınıf kademesini kapsayacak şekilde konu ile ilgili dersler eklenebilir.

- Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumları cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre incelenmiştir. İleriki çalışmalarda daha farklı değişkenler belirlenerek ilgili konu yeniden çalışılabilir.
- Mevcut araştırma yalnızca fen bilgisi öğretmen adaylarını kapsamaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalar farklı alanlardaki öğretmen adaylarını kapsayabilir.
- Sosyobilimsel bir konu olan nükleer santrallerle ilgili öğretmen adaylarının olduğu kadar mevcut öğretmenlerin tutumu da önemlidir. Bu nedenle görev yapmakta olan öğretmenler ile araştırma tekrarlanarak ölçeğin geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılabilir.
- Araştırma, Türkiye’de nükleer santral kurulması planlanan Akkuyu ve Sinop bölge halkı veya buralarda öğrenim gören öğretmen adaylarını kapsayacak şekilde tekrarlanabilir.
- Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer santrallere yönelik tutumu sadece Bhanthumnavin ve Bhanthumnavin (2014) tarafından geliştirilen ölçek kullanılmıştır. Yapılacak diğer çalışmalarda tutum ölçeğinin yanı sıra nitel veri toplama araçları da kullanılarak daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

- Akkoyunlu, A. (2006). Türkiye’de enerji kaynakları ve çevreye etkileri. 03.04.2019 tarihinde <http://www.trnntp.org/pdf/enerjikitabi/20.pdf> adresinden alınmıştır.
- Akkuş, İ., ve Alan, H. (2016). Türkiye’nin jeotermal kaynakları projeksiyonlar, sorunlar ve öneriler raporu, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası*, Yayın No: 123.
- Aksan, Z., & Çelikler, D. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nükleer ve termik santraller ile ilgili görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (32), 363-372.
- Alpdoğan, E. İ. (2009). *Dalga enerjisi ile elektrik üretiminin teknik ve ekonomik incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Altın, S., & Kaptan, H. Y. (2006). Radyoaktif atıkların oluşumu, etkileri ve yönetimi. *Erişim <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~kaptan/files/s-altin.pdf>*.
- Arikawa, H., Cao, Y., & Matsumoto, S. (2014). Attitudes toward nuclear power and energy-saving behavior among Japanese households. *Energy Research & Social Science*, 2, 12-20.
- Arslan, E. (2006). *Jeotermal enerjiden yararlanılarak kuyu içi eşanjörü yardımıyla konut ısıtılması ve sıcak su ihtiyacının karşılanması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ateş, H. & Saraçoğlu, M. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gözünden nükleer enerji. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(3), 175-193.
- Avcı, S. (2005). Türkiye’de termik santraller ve çevresel etkileri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 13: 1-26.



- Ayaz, E., Karakaş, H., ve Sarıkaya, R. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji kavramına yönelik düşünceleri: Bağımsız kelime ilişkilendirme örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37, 42-54.
- Bayraç, H. N. (2010). Enerji kullanımının küresel ısınmaya etkisi ve önleyici politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 229-259.
- Bhanthumnavin, D., & Bhanthumnavin, V. (2014). The empirical development of cognitive, affective, and behavioral tendency measures of attitudes toward nuclear power plants in Thai university students. *Progress in Nuclear Energy*, 73, 86-95.
- Bhanthumnavin, V., & Bhanthumnavin, D. (2016). Path model of teacher's normative communication and attitudes toward nuclear power plant among Thai youth. *International Journal of Behavioral Science*, 11(1), 77-85.
- Bodzin, A. (2012). Investigating urban eighth-grade students' knowledge of energy resources. *International Journal of Science Education*, 34(8), 1255-1275.
- Brody, C. J. (1984). Differences by sex in support for nuclear power. *Social forces*, 63(1), 209-228.
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Can, M. (1994). Bursa'da Jeotermal enerjinin merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Ekoloji*, 13, 44-49.
- Cansız, N., ve Cansız, M. (2015). Views and knowledge of preservice science teachers about nuclear power plants. *International Journal on New Trends in Education & their Implications (IJONTE)*, 6(2).
- Choi, Y. S., Lee, S. H., Cho, N. Z., ve Lee, B. W. (1998). Development of the public attitude model toward nuclear power in Korea. *Annals of Nuclear Energy*, 25(12), 923-936.

- Christensen, L.B., Johnson, R.B. ve Turner, L.A. (2015). *Araştırma yöntemleri desen ve analiz (Research methods, design, and analysis)*. (Çeviri Ed.: A. Aypay). Ankara: Anı Yayıncılık
- Corner, A., Venables, D., Spence, A., Poortinga, W., Demski, C., & Pidgeon, N. (2011). Nuclear power, climate change and energy security: exploring British public attitudes. *Energy Policy*, 39(9), 4823-4833.
- Çakıcı, A.C. ve Yılmaz, B.E. (2012). Mersin'deki otel çalışanlarının nükleer kaygıları, çevresel yaklaşım ve çevreci tüketim eğilimleri üzerine bir araştırma. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (2), 1-22.
- Çanka Kılıç, F. (2011). Türkiye'deki yenilenebilir enerjilerde mevcut durum ve teşviklerdeki son gelişmeler. *Mühendis ve Makine Dergisi*, (612)52, 103-115.
- Çanka Kılıç, F. (2015). Güneş enerjisi, Türkiye 'deki son durumu ve üretim teknolojileri. *Mühendis ve Makina*, (671)56, 28-40.
- Demircioğlu, T. ve Uçar, S. (2014). Akkuyu nükleer santrali konusunda üretilen yazılı argümanların incelenmesi. *İlköğretim Online*, 13(4).
- Deveci, İ., & Çepni, S. (2015). Öğretmen adaylarına yönelik girişimcilik ölçeğinin geliştirilmesi: geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *International Journal of Human Sciences*, 12(2), 92-112.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK) (1996). 1995 Enerji raporu. Ankara
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK) (2009). Dünya'da ve Türkiye'de güneş enerjisi. <https://docplayer.biz.tr/28558-Dunya-da-ve-turkiye-de-gunes-enerjisi.html> Erişim tarihi: 07/04/2019
- Dinçer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 4(2), 157-175.

Doğanay, H. ve Coşkun, O. (2017). *Enerji Kaynakları*. Ankara: Pegem Akademi.

Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L., & Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Biyokütle enerjisi*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_enerjisi.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx) Erişim tarihi: 28.04.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Biyokütle enerjisinin avantajları*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_enerjisi\\_adv.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi_adv.aspx) Erişim tarihi: 02.05.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) (2017). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*, Sayı 15.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Hidroelektrik enerjisi nedir*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx) Erişim tarihi: 08.05.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Hidrojen enerjisi*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrojen-Enerjisi> Erişim tarihi: 03.05.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Kömür*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> Erişim tarihi: 14.05.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Petrol*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> Erişim tarihi: 17.05.2019

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). *Rüzgâr*. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> Erişim tarihi: 21.04.2019

- Ercan, O., Ural, E. ve Tekbıyık, A. (2015). Pre-service teachers' attitudes towards nuclear energy and the effect of Fukushima nuclear disaster on their attitudes. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 2(11), 1669-1678.
- Ergün, S., & Polat, M. A. (2012). Nükleer enerji ve Türkiye'ye yansımaları. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 34-58.
- Erökten, S. (2015). Bölgelere göre öğrencilerde çevre bilincinin karşılaştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 169-179.
- Eş, H., Mercan, S. I., & Ayas, C. (2016). Türkiye için yeni bir sosyo-bilimsel tartışma: Nükleer ile yaşam. *Turkish Journal of Education*, 5(2), 47-59.
- Etemoğlu, A. B., Can, M., ve Kılıç, M. (2004). Ülkemiz jeotermal kaynaklarının ikinci kanun verim değerlerine bağlı sınıflandırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 9(1).
- Ferguson, C. D. (2015). *Nükleer enerji herkesin bilmesi gerekenler* (Çeviri Ed.: F. Güdük). Ankara: Buzdağı Yayınevi.
- Freudenburg, W. R., ve Davidson, D. J. (2007). Nuclear families and nuclear risks: The effects of gender, geography, and progeny on attitudes toward a nuclear waste facility. *Rural Sociology*, 72(2), 215-243.
- Gambro, J. S., & Switzky, H. N. (1999). Variables associated with American high school students' knowledge of environmental issues related to energy and pollution. *The Journal of Environmental Education*, 30(2), 15-22.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., ve Evcimen, T. U. (2012). Türkiye'de hidroelektrik enerji ve HES uygulamalarına genel bakış. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 471, 18-26.

- Gökmen, A., Atik, A. D., Ekici, G., Çimen, O., ve Altunsoy, S. (2010). Analysis of high school students' opinions on the benefits and harms of nuclear energy in terms of environmental values. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2350-2356.
- Gül, Ş., Demir, Y., & Yeşilyurt, S. (2016). Öğretmen adaylarının nükleer santraller konusundaki görüşlerini belirlemeye yönelik bir ölçek geliştirme çalışması. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(1), 75-95.
- Gülsoy, A. (2018). *Nükleer santrallere yönelik halkın tutum ve davranışları: Sinop ve Akkuyu nükleer santralleri örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gümüşhane: Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gürbüz, S., ve Şahin, F. (2017). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Honda, A., Wiwattanapantuwong, J., & Abe, T. (2014). Japanese university students' attitudes toward the Fukushima nuclear disaster. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 147-156.
- İder, S. K. (2003). Hidrojen Enerji Sistemi. *TMMOB Metalürji Mühendisler Odası Metalürji Dergisi*, 134, 1-8.
- İnce, U. (2005). *A case study of material testing for corrosion in low temperature geothermal systems* (Master's thesis, Izmir Institute of Technology).
- İşeri, B. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının nükleer enerjinin riskleri ve faydaları hakkındaki düşüncelerine farklı bilgi kaynaklarının etkileri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Kırşehir: Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karagöz, C. (2007). *Kimya öğretmen adaylarının nükleer enerjiye karşı ilgi ve tutumları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Keller, C., Visschers, V., & Siegrist, M. (2012). Affective imagery and acceptance of replacing nuclear power plants. *Risk Analysis: An International Journal*, 32(3), 464-477.
- Kenar, I. (2013). Nuclear energy reality in Turkey and the attitude of the science teachers towards the issue. *The Anthropologist*, 16(1-2), 153-165.
- Kılınç, A., Boyes, E., ve Stanisstreet, M. (2013). Exploring students' ideas about risks and benefits of nuclear power using risk perception theories. *Journal of Science Education and Technology*, 22(3), 252-266.
- Koç, E., ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu-genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.
- Koçar G., Eryaşar A., Ersöz Ö. ve Arıcı Ş. (2013). Biyokütle enerjisine sektörel yaklaşım: İzmir örneği, *Mühendis ve Makina*, 54 (689), 78-85.
- Midilli, A., Ay, M., Dincer, I., & Rosen, M. A. (2005). On hydrogen and hydrogen energy strategies II: future projections affecting global stability and unrest. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(3), 273-287.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). Fizik dersi öğretim programı. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
- Murray Raymond L. & Holbert Keith E. (2015), *Nükleer enerji nükleer süreçlerin kavramları, sistemleri ve uygulamalarına giriş*. (Çeviri Ed.: H. Yılmaz, A. Aydın, T. Bayram, S. Akkoyun & A. A. Billur). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Özdamar, A. (2000). Dünya ve Türkiye'de rüzgar enerjisinden yararlanılması üzerine bir araştırma. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 133-145.

- Özdemir, N., ve Çobanoğlu, O. E. (2008). Türkiye’de nükleer santrallerin kurulması ve nükleer enerji kullanımını konusundaki öğretmen adaylarının tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34), 218-232.
- Palabıyık, H, Yavaş, H., & Aydın, M. (2010). Türkiye’de nükleer santral kurulabilir mi? çatişmadan uzlaşya: Türkiye’de nükleer enerji projelerinde sosyal kabul sorunu ve halkın reddetme sendromunun araştırılması. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 5(2), 175-201.
- Pallant, P. (2016). *SPSS Kullanma Kılavuzu SPSS İle Adım Adım Veri Analizi*. (Çeviri Ed.: S. Balcı ve B. Ahi). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Palliser, J. (2012). Nuclear energy. *Science Scope*, 35(5), 14.
- Rabow, J., Hernandez, A. C. R., & Newcomb, M. D. (1990). Nuclear fears and concerns among college students: A cross-national study of attitudes. *Political Psychology*, 11, 681-698.
- Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: Open University Press.
- Renewable Energy Policy Network for 21<sup>st</sup> Century (REN21), *Renewables 2018 Global Status Report*, REN21 Secretariat, Paris, 2018.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.

- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93.
- Seçer, İ. (2017). *SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi: Analiz ve raporlaştırma* (3. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Sülükçüler, S. (2018). *Yenilenebilir enerji potansiyelinin ortaya çıkmasında kamu teşviklerinin etkisi: OECD ülkeleri ve Türkiye karşılaştırması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sürmeli, H., Duru, N., & Duru, R. (2017). Nükleer enerji ve nükleer santraller konusuna yönelik öğretmen tutumlarının farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(1), 293-319.
- Şenyuva, E., ve Bodur, G. (2016). Üniversite öğrencilerinin nükleer santrallere ilişkin görüşleri ile çevre okuryazarlık düzeyleri ilişkisi. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 17(1).
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Topal, M., ve Arslan, E. I. (2008). Biyokütle enerjisi ve Türkiye. VII. *Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES*, 241-247.
- Topçu, M. S. (2015). *Sosyobilimsel konular ve öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Töman, U., Karataş, F.Ö. & Odabaşı Çimer, S. (2012). Enerji ve enerji ile ilişkili kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik standart bir testin geliştirilmesi süreci ve uygulanması. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 116-134.
- Truelove, H. B. (2012). Energy source perceptions and policy support: Image associations, emotional evaluations, and cognitive beliefs. *Energy Policy*, 45, 478-489.



- Turan, İ. (2017). Sınıf öğretmeni adayların nükleer santralle ilgili metaforları. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 3(4).
- Türk Dil Kurumu (2019). İnternet sözlüğü. [http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_bts&view=bts&kategori=veritbn&kelimesec=113099](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori=veritbn&kelimesec=113099) Erişim tarihi: 19.02.2019.
- Türkiye Ulusal Ajansı (2019). Güneş enerjisi el kitabı. <https://docplayer.biz.tr/1889401-Lifelong-learning-programme-solar-energy-handbook-gunes-enerjisi-el-kitabi-manuel-de-energia-solar-solarenergie-handbuch.html> Erişim tarihi: 19.04.2019.
- Uygur, İ., Demirci, R., Saruhan, H., Özkan, A., ve Belenli, İ. (2006). Batı Karadeniz bölgesindeki dalga enerjisi potansiyelinin araştırılması. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(1), 7-13.
- Üçgül, İ., ve Akgül, G. (2010). Biyokütle Teknolojisi. *SDÜ Yekarum e-Dergi*, 1(1).
- Ürker, O. ve Çobanoğlu, N. (2017). Türkiye’de hidroelektrik santraller’in durumu (HES’ler) ve çevre politikaları bağlamında değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2).
- Van der Pligt, J., Van der Linden, J., & Ester, P. (1982). Attitudes to nuclear energy: beliefs, values. *Journal of Environmental Psychology*, 2, 221-231.
- Yener, D., Aksüt, P., & Somuncu Demir, N. (2017). Science teacher candidates’ attitudes and opinions concerning nuclear power plants: A nuclear research reactor trip. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(5), 1283-1297.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). *Rüzgar enerjisi*. [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx) Erişim tarihi: 21.04.2019
- Yıldırım, M. & Örnek, İ. (2007). Enerjide son seçim: Nükleer enerji. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 32-44.

Yılmaz, V., & Bilge, Y. (2018). Üniversite öğrencilerinin nükleer santraller hakkındaki tutumları: bir yapısal eşitlik model önerisi. *Alphanumeric Journal*, 6(1), 133-150.

Yim, M. S., & Vaganov, P. A. (2003). Effects of education on nuclear risk perception and attitude: Theory. *Progress in Nuclear Energy*, 42(2), 221-235.

Yoo, S. H., & Ku, S. J. (2009). Causal relationship between nuclear energy consumption and economic growth: a multi-country analysis. *Energy policy*, 37(5), 1905-1913.

Zakhidov, R. A. (2008). Central Asian countries energy system and role of renewable energy sources. *Applied Solar Energy*, 44(3), 218-223.

## EKLER

### EK-1

Adı Soyadı:

Cinsiyet:

Sınıf:

Okul:

#### Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği

No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum(1)	Katılmıyorum(2)	Kararsızım(3)	Katılıyorum(4)	Kesinlikle Katılıyorum(5)
1	Nükleer santrallerin çevre kirliliğine yol açacağını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	Ne Türkiye’de ne de başka ülkelerde nükleer santrale gerek vardır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Nükleer santraller orta karar bir yaşam tarzıyla bağdaşmamaktadır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	Nükleer santraller ülkede yapılacak değerli bir yatırım değildir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	Nükleer santraller diğer elektrik santrallerinden daha tehlikeli olabilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	Hükümet, bütçesini nükleer santraller dışındaki enerji kaynaklarına ayırmalıdır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	Nükleer santraller elektriği verimli olarak üretebilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8	Nükleer santraller pahalı yakıtlara daha az bağımlı olmamızı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	Uzun vadede nükleer santraller ulusal kalkınmayı artırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10	Nükleer santrallere sahip olmanın ekonomik büyümeyi sağlayamayacağını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11	Nükleer santral inşa etmenin dış ülkelere sağlanacak teknolojilere bağımlı olmamıza neden olacağını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12	Henüz hazır olmadığımız nükleer santralleri işletecek uzmanlara ihtiyacımız olduğunu düşünüyorum	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14	Nükleer enerji yerine alternatif bir enerjiyi (güneş, rüzgar vb.) tercih ederim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum(1)	Katılmıyorum(2)	Kararsızım(3)	Katılıyorum(4)	Kesinlikle Katılıyorum(5)
15	Nükleer santrallerin gerçekten ucuz enerji kaynağı olduğuyla ilgili şüphelerim var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16	Kömür kirleticiler gibi kirletmediğinden bir nükleer santrale sahip olmak istiyorum	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
17	Ülkemde bir nükleer santralin olmasını isterim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
18	Nükleer santraller fosil yakıtlar gibi sera etkisine neden olmadığı için daha iyidir?	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
19	Nükleer santral karşıtları geleceği öngöremiyorlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
20	Nükleer atıkları yönetmek için yeni bir teknolojinin varlığından haberim var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
21	Bazı ülkeler atom bombası denemelerine rağmen nükleer santrallere sahip olmaya devam etmektedir. Bu yüzden nükleer santrallerden korkmuyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
22	Nükleer santrale sahip olursak bazı hastalıklara (örneğin lösemi, kan kanseri) karşı risk altında olacağım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23	Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma kanser gelir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
24	Nükleer atıkların yönetilmesi ile ilgili şüphelerim var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
25	Yurt dışında patlayan bir santralde olduğu gibi ülkemde de nükleer santralin infilak edeceğinden korkuyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
26	Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma nükleer savaş gelir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
27	Nükleer santral destekçilerinin sadece tüketime yönelimli olduklarını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
28	Nükleer santral benim için yeni bir şey, bu yüzden onu ilk başta istemiyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
29	Nükleer santrallerden hoşlanmıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
30	Nükleer santrallerle ilgili içimde kötü bir his var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
31	Ülkemde nükleer bir santral kurulmasını isterim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
32	Ülkemde nükleer bir santrale sahip olma zamanının geldiğini düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
33	Sevdiklerim karşıt görüşte olsa bile, ülkede nükleer santralin kurulmasını desteklemeyi seçerim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
34	Üniversitede görüş bildirme şansım olsa nükleer santral destekçilerinden biri olurum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum(1)	Katılmıyorum(2)	Kararsızım(3)	Katılıyorum(4)	Kesinlikle Katılıyorum(5)
35	Nükleer santral kurulması üzerine olan tartışmada “nükleer santrali savunanlar” arasında yer alırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
36	Gelecekte ülkemde nükleer santral kurulması hakkında fikrim sorulursa cevabım “evet” olacaktır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
37	İnternet ortamında nükleer santral hakkında bir tartışma karşıma çıkarsa destekleyici yorumlarımı paylaşırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
38	Fosil yakıt santralleri ile nükleer santraller arasında seçim yapacak olsam nükleer santrali seçerim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
39	Eğer hükümet nükleer santrallerin faydaları hakkında bir makale yarışması düzenlerse, bu yarışmaya katılırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
40	Eğer biri nükleer santral kurulmasının protesto edilmesi için beni davet ederse, bu kampanyaya katılırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
41	Eğer herhangi birisi beni nükleer santralleri desteklemem için davet ederse, ona itiraz ederim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Nükleer santral karşıtı bir SMS alırsam bu mesajı arkadaşlarıma iletirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
43	Arkadaşlarım nükleer santralleri desteklerse, onlara itiraz ederim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
44	Ülkede nükleer santral kurulmasına itiraz ederim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

## EK-2

Adı Soyadı:

Cinsiyet:

Sınıf:

Okul:

## Nükleer Santrallere Yönelik Tutum Ölçeği

No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum(1)	Katılmıyorum(2)	Kararsızım(3)	Katılıyorum(4)	Kesinlikle Katılıyorum(5)
1	Ne Türkiye’de ne de başka ülkelerde nükleer santrale gerek vardır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	Nükleer santraller orta karar bir yaşam tarzıyla bağdaşmamaktadır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Nükleer santraller ülkede yapılacak değerli bir yatırım değildir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	Nükleer santraller elektriği verimli olarak üretebilir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	Nükleer santraller pahalı yakıtlara daha az bağımlı olmamızı sağlar.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	Uzun vadede nükleer santraller ulusal kalkınmayı artırır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	Nükleer santrallere sahip olmanın ekonomik büyümeyi sağlayamayacağını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8	Diğer enerji santrallerinde olduğu gibi, nükleer santraller için de dış ülkelere pahalı yakıt almalıyız.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	Nükleer santrale sahip olursak bazı hastalıklara (örneğin lösemi, kan kanseri) karşı risk altında olacağım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10	Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma kanser gelir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11	Nükleer atıkların yönetilmesi ile ilgili şüphelerim var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12	Yurt dışında patlayan bir santralde olduğu gibi ülkemizde de nükleer santralin infilak edeceğinden korkuyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
13	Nükleer santralleri düşündüğüm zaman aklıma nükleer savaş gelir.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14	Nükleer santral destekçilerinin sadece tüketime yönelik olduklarını düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15	Nükleer santrallerden hoşlanmıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16	Nükleer santrallerle ilgili içimde kötü bir his var.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

No	Madde	Kesinlikle Katılmıyorum(1)	Katılmıyorum(2)	Kararsızım(3)	Katılıyorum(4)	Kesinlikle Katılıyorum(5)
17	Ülkemde nükleer bir santral kurulmasını isterim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
18	Ülkemde nükleer bir santrale sahip olma zamanının geldiğini düşünüyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
19	Sevdiklerim karşıt görüşte olsa bile, ülkede nükleer santralin kurulmasını desteklemeyi seçerim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
20	Üniversitede görüş bildirme şansım olsa nükleer santral destekçilerinden biri olurum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
21	Nükleer santral kurulması üzerine olan tartışmada “nükleer santrali savunanlar” arasında yer alırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
22	Gelecekte ülkemde nükleer santral kurulması hakkında fikrim sorulursa cevabım “evet” olacaktır.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
23	İnternet ortamında nükleer santral hakkında bir tartışma karşıma çıkarsa destekleyici yorumlarımı paylaşıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
24	Fosil yakıt santralleri ile nükleer santraller arasında seçim yapacak olsam nükleer santrali seçerim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
25	Hükümet nükleer santrallerin faydaları hakkında bir makale yarışması düzenlerse, bu yarışmaya katılırım.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı:** Polat TOKMAK  
**Uyruğu:** Türkiye (T.C)  
**Doğum Tarihi ve Yeri:** 28.09.1993 - Kayseri  
**Medeni Durum:** Bekar  
**E-mail:** [tokmakpolat@gmail.com](mailto:tokmakpolat@gmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fen Eğitimi	2019
Lisans	Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği	2015
Lise	Mustafa Eminoğlu Anadolu Lisesi, Kayseri	2004

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2017-Halen	MEB (Darende Ayvalı Ortaokulu)	2019

### YABANCI DİL

İngilizce