

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI NÜKLEER ENERJİ VE ENERJİ
SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI



NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİNİN GÜVENLİĞİNDE
KOLLUK KUVVETLERİNİN ROLÜ

MUTLU SADULLAH DEDE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
DOÇ. DR. MUSTAFA KEMAL BALKİ

SİNOP - 2025

TEZ KABUL

MUTLU SADULLAH DEDE tarafından hazırlanan “**NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİNİN GÜVENLİĞİNDE KOLLUK KUVVETLERİNİN ROLÜ**” başlıklı bu çalışma, 28.05.2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SÖYLER
Sinop Üniversitesi / Gerze Meslek Yüksekokulu

İmza

**Üye
(Danışman)**

Doç. Dr. Mustafa Kemal BALKİ
Sinop Üniversitesi / Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi

İmza

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Güven DEMİRTAŞ
Yozgat Bozok Üniversitesi / Akdağmadeni Meslek
Yüksekokulu

İmza

Enstitü Müdürü

Prof.Dr. Hüseyin Turan ARAT

.....

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Mutlu Sadullah DEDE

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİNİN GÜVENLİĞİNDE KOLLUK KUVVETLERİNİN ROLÜ

MUTLU SADULLAH DEDE

SİNOP ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI NÜKLEER ENERJİ VE ENERJİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN:DOÇ. DR. MUSTAFA KEMAL BALKİ

Bu tez çalışmasında nükleer enerji santrallerinin güvenliğinde kolluk kuvvetlerinin üstlendiği roller kapsamlı olarak ele alınmıştır. Bunun için uluslararası düzeyde alınan önlemlerden bahsedilmiş, olası riskler ve tehditler ele alınmış ve yürütülen faaliyetler geniş bir şekilde açıklanmıştır. Nükleer terörizm, yasa dışı ticaret ve sabotaj gibi tehditler irdelenmiş ve bu konuda yapılan faaliyetler anlatılmıştır. Yapılan kapsamlı incelemeye göre, kolluk kuvvetlerinin görevleri, yalnızca kamu düzeniyle sınırlı kalmayıp, nükleer tesislerin korunması ve yasa dışı faaliyetlerin önlenmesi gibi kritik alanları da kapsadığı görülmektedir. Türkiye'nin nükleer enerjiye geçiş süreci ve geliştirilen güvenlik yapıları bağlamında gerekli olan mevzuat, kurumsal işleyiş, eğitim faaliyetleri ve uluslararası iş birliklerinin uzun yılladır yapıldığı görülmüştür. Kolluk kuvvetlerinin etkinliğini artırmak için yasal çerçevenin güncel risk ve tehditlere göre sürekli güncellenmesi gerektiği ve gelişen yeni teknolojilere göre teknik kapasitenin iyileştirilmesi, kurumlar arası koordinasyonun sağlanması ve toplumsal farkındalığın artırılmasının önemli olduğu değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kolluk Kuvvetleri; Nükleer Güvenlik; Nükleer Enerji

Mayıs 2025, 102 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

THE ROLE OF LAW ENFORCEMENT IN THE SECURITY OF NUCLEAR POWER PLANTS

MUTLU SADULLAH DEDE

**SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF GRADUATE PROGRAMS
DEPARTMENT OF INTERDISCIPLINARY NUCLEAR ENERGY AND
ENERGY SYSTEMS**

SUPERVISOR: ASSOCIATE PROFESSOR MUSTAFA KEMAL BALKİ

In this thesis, the roles of law enforcement in the security of nuclear power plants are comprehensively discussed. For this purpose, international security measures are mentioned, possible risks and threats are discussed, and the activities carried out are explained in detail. Threats such as nuclear terrorism, illegal trade and sabotage are examined, and the activities carried out in this regard are explained. According to the comprehensive review, the responsibilities of law enforcement are not limited to the public order of the region, but also include critical areas such as the protection of nuclear power plants and the prevention of illegal activities. It is observed that Turkey's nuclear energy adventure began many years ago, legal regulations are established, training activities and international collaborations have been carried out. In order to increase the effectiveness of law enforcement, legal regulations should be constantly updated according to current risks and threats. Technical capacity should be improved according to new developing technologies. Moreover, it was evaluated that it is important to strengthen coordination between institutions and increase public awareness.

KEYWORDS: Law Enforcement; Nuclear Security; Nuclear Energy

May 2025, 102 Page

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans çalışması sırasında akademik bilgi ve tecrübesi ile beni her an yönlendiren, desteğini hiç esirgemeyen ve her davranışı ile örnek olan saygıdeğer danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Kemal BALKİ'ye sonsuz teşekkür ederim. Bugün olduğum kişi olmam için bana gerekli alt yapıyı veren ve her şeyden önemlisi beni her zaman sevgi ve koruma ile saran aileme, zor olan bu süreçte beni ayakta tutan, varlığına minnettar olduğum sevgili eşime sonsuz teşekkür ederim. Tez konumun şekillenmesinde değerli katkılar sunan, bilgi ve görüşleriyle çalışmama yön veren Nükleer Enerji Mühendisliği öğretim üyesi Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ŞAHİNER hocama teşekkür ederim. Ayrıca, görev yapmakla şeref duyduğum kanun ordusu Jandarma Genel Komutanlığı'na, bu süreçte sağladığı destek ve anlayış için şükranlarımı sunarım.

Mutlu Sadullah DEDE

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ KABUL	ii
ETİK BEYANI	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
2. NÜKLEER ENERJİNİN TEMELLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞİMİ ...	3
2.1. Enerji Nedir.....	3
2.2. Enerji Kaynakları	3
2.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	4
2.2.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	6
2.3. Nükleer Enerjinin Tanımı ve Çalışma Prensipleri	9
2.4. Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları.....	11
2.5. Nükleer Enerjinin Faydaları ve Zararları	12
2.5.1. Nükleer Enerjinin Faydaları	13
2.5.2. Nükleer Enerjinin Zararları.....	13
2.6. Nükleer Enerjinin Çevresel Etkileri.....	14
2.7. Dünyada Nükleer Enerji.....	17
2.8. Türkiye’de Nükleer Enerji	20
2.9. Türkiye’de Nükleer Enerji Politikaları ve Mevzuatı.....	22
2.10. Türkiye'nin Genel Enerji Dengesi: Geçmişten Günümüze Geniş Bir Bakış	25
2.11. Enerji Arz Güvenliği.....	26

3. NÜKLEER GÜVENLİK VE TEHDİTLER	29
3.1. Türkiye'nin Nükleer Enerji Stratejisi ve Güvenlik Kaygısı.....	29
3.2. Nükleer Güvenlik Kavramı ve Önemi	31
3.3. Nükleer Tehdit Türleri	33
3.3.1. Nükleer Terörizm.....	33
3.3.2. Nükleer Silahların Yayılması (Proliferasyon)	34
3.3.3. Nükleer Kazalar	34
3.3.4. Nükleer Maddelerin Yasa Dışı Ticareti ve Kaçakçılığı.....	35
3.4. Uluslararası Güvenlik Mevzuatları ve Türkiye'nin Uyumuna	35
4. KOLLUK KUVVETLERİNİN NÜKLEER GÜVENLİKTEKİ ROLÜ	38
4.1. Kolluk Kuvvetleri ve Görev Tanımları	38
4.1.1. Emniyet Genel Müdürlüğü	39
4.1.2. Jandarma Genel Komutanlığı	40
4.1.3. Sahil Güvenlik Komutanlığı	41
4.1.4. Özel Kolluk Kuvvetleri.....	41
4.2. Türkiye'de Nükleer Güvenliğe Kırsal Kolluk Katkısı.....	42
4.3. Türkiye'de Nükleer Tesislerin Kolluk Kuvvetleri Tarafından Korunması.....	43
4.4. Nükleer Güvenliğe Yönelik Tehdit Türleri.....	45
4.4.1. Fiziksel Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler.....	45
4.4.2. Radyolojik Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler.....	48
4.4.3. Siber Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler	50
4.4.4. Doğal Afetler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler	51
4.5. Kolluk Kuvvetleri ile Uluslararası İşbirliği ve Eğitim Programları.....	53
4.6. Nükleer Güvenlikte Nükleer Tehditlere Karşı Özel Birimler ve Müdahale Ekipleri	54
5. NÜKLEER TEHDİT SENARYOLARINA KARŞI KOLLUK KUVVETLERİNİN HAZIRLIĞI	57
5.1. Tarihsel Süreç ve Mevcut Altyapı	60
5.2. Tehdit Kaynaklarının Belirlenmesi Potansiyel Senaryolar	62
5.3. Kolluk Kuvvetleri Üzerindeki Yansımalar	63
5.4. Önleyici Stratejiler	67
5.4.1. Operasyonel Müdahale Protokolleri	67
5.4.2. İletişim ve Koordinasyon.....	68
5.4.3. Personel Eğitimi ve Tatbikatlar	68
5.4.4. Kısa Vadeli Stratejiler.....	69

5.4.5. Orta Vadeli Stratejiler	70
5.4.6. Uzun Vadeli Stratejiler ve Süreklilik Sağlanması	70
5.4.7. Uygulama Aşamaları ve İzleme Mekanizmaları	71
6. NÜKLEER GÜVENLİĞİN GELECEĞİ VE ÖNERİLER.....	72
6.1. Türkiye’de Nükleer Güvenliğin Güçlendirilmesi İçin Öneriler.....	72
6.2. Nükleer Güvenlikte Kolluk Kuvvetlerinin Proaktif Rolü	72
6.3. Güncel Vakalar Üzerine Değerlendirmeler.....	73
6.3.1. Doel Vakası - 2014	73
6.3.2. Stuxnet Siber Saldırısı - 2010	74
6.3.3. COVID-19 ve Nükleer Güvenlik İlişkisi – 2020.....	74
6.4. Halkın Bilinçlendirilmesi ve Eğitim Programları	75
6.5. Kolluk Kuvvetlerinin Kapasitelerinin Artırılması İçin Öneriler.....	76
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	79
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ.....	89

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Enerji Kaynakları	4
Tablo 2.2 Türkiye Nükleer Enerji Serüveni	22
Tablo 3.1 Dünyada Meydana Gelen Nükleer Kazalar	32
Tablo 4.1 Dünya’da Bazı Ülkelere Ait Silahlı Genel Kolluk Kuvvetleri	38
Tablo 4.2 Türkiye’de Silahlı Genel Kolluk Kuvvetleri	39



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervi	8
Şekil 2.2 Fisyon Olayı.....	9
Şekil 2.3 Uranyum Atomunun Parçalanması	11
Şekil 2.4 Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları.....	12
Şekil 2.5 3 Mayıs 1986 Tarihinde Görülen Radyoaktivitenin Yayılım Alanı	15
Şekil 2.6 Enerji Kaynaklarının Karbondioksit Emisyon Salınımı	17
Şekil 2.7 2023 Yılı Ülkelere Göre Nükleer Üretim	18
Şekil 2.8 2022 Yılı Dünya Elektrik Üretimi	19
Şekil 2.9 Ülkeler bazında Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi	20
Şekil 4.1 Radyasyon Acil Durum Planı	44
Şekil 4.2 KBRN Cetveli.....	49
Şekil 4.3 Nükleer Enerji Santralleri Yangın Güvenliği Şeması.....	53
Şekil 5.1 Nükleer Tesis Operasyon Hizmetleri.....	58
Şekil 5.2 Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi Süreci	59
Şekil 5.3 Türkiye’de Nükleer Enerji Kurulmasında Yaşanan Süreç.....	61
Şekil 5.4 Jandarma’nın Nükleer Saldırı Sonrası İlk Müdahale Planı.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

α	: Alfa ışını
β	: Beta ışını
Ba	: Baryum
e	: Elektron
Gw	: Cigawatt
K	: Kelvin
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
n	: Nötron
p	: Proton
U	: Uranyum
TEP	: Ton Petrol
Th	: Toryum
Twh	: Terawatt saat
γ	: Gama ışını

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
ANGS	: Akkuyu Nükleer Güç Santrali
Ar-Ge	: Araştırma- Geliştirme
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
CNS	: Convention on Nuclear Safety
CPPNM	: Convention on the Physical Protection of Nuclear Material
EGM	: Emniyet Genel Müdürlüğü
EIA	: Energy Information Administration
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETK	: Emniyet Teşkilatı Kanunu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
KBRN	: Kimyasal biyolojik Radyolojik Nükleer Tehdeütler
GES	: Güneş Enerji Santrali
HES	: Hidroelektrik Enerji Santrali
IAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Kurulu
İB	: İçişleri Bakanlığı
İHA	: İnsansız Hava Aracı
JGK	: Jandarma Genel Komutanlığı
MİT	: Milli İstihbarat Teşkilatı
MTA	: Maden teknik Arama
NADT	: Nükleer Acil Durum Tatbikatı
NATO	: Kuzey Atlantik Anlaşma Örgütü
NGS	: Nükleer Güç Santrali
NDK	: Nükleer Düzenleme Kurumu
NGS	: Nükleer Güç Santrali
NPT	: Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması
RDD	: Radiological Dispersal Devise (Kirli Bomba)
SCADA	: Supervisory Control and Data Acquisition
SGK	: Sahil Güvenlik Komutanlığı
SSBC	: Soyvetler Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TDK	: Türk Dil Kurumu
TDK	: Türk Dil Kurumu
TİKS	: Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı
TKÜD	: Türkiye Kömür üreticileri Derneği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TMK	: Terörle Mücadele Kanunu
TUEP	: Türkiye Ulusal Enerji Planı
UAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
URAP	: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
WNA	: World Nuclear Association
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YZ	: Yapay Zeka

1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacının her geçen gün arttığı günümüz dünyasında, sürdürülebilir enerji kaynakları arayışı giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Fosil yakıtların çevresel etkileri ve sınırlı kaynaklar nedeniyle, ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Bu bağlamda, nükleer enerji, yüksek verimlilik ve düşük karbon emisyonu avantajlarıyla önemli bir seçenek olarak ön plana çıkmaktadır. Nükleer enerji üretimi, birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülke tarafından enerji güvenliğini sağlamak, enerji ithalatını azaltmak ve çevresel hedeflere ulaşmak amacıyla tercih edilmektedir. Türkiye de enerji stratejilerinde bu enerji kaynağını kullanma amacına yönelik adımlar atmış olup Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) projesi ile bu alandaki ilk somut adımını atmıştır.

Nükleer enerji üretimi, potansiyel olarak yüksek riskler barındıran bir süreçtir. Nükleer enerjinin güvenli bir şekilde kullanılması, sadece teknolojik altyapı ile sağlanabilecek bir durum değildir. Aynı zamanda, bu alanda çalışan kamu ve özel sektör aktörlerinin, yasaların ve güvenlik protokollerinin etkili bir biçimde işleyişi gerekmektedir. Bu bağlamda, nükleer güvenlik, yalnızca reaktörlerin ve nükleer tesislerin korunmasından ibaret olmayıp, aynı zamanda nükleer materyallerin yasa dışı kullanımı, sabotaj, terörist saldırılar ve çevresel felaketler gibi geniş bir tehdit yelpazesinde önleyici tedbirler almayı gerektiren bir olgudur.

Nükleer güvenlik, bir yandan teknik sistemler ve altyapılarla sağlanırken, diğer yandan devletin kolluk kuvvetleri gibi güvenlik güçlerinin etkinliği de büyük bir önem taşır. Kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikteki rolü, sadece tesislerin korunması ve potansiyel tehditlere karşı anında müdahale ile sınırlı değildir. Aynı zamanda, yasa dışı nükleer madde ticareti, nükleer terörizm ve siber saldırılar gibi tehditlere karşı da aktif bir şekilde mücadele etmeleri beklenmektedir. Türkiye’de nükleer güvenlik, hâlihazırda çeşitli yasal düzenlemeler ve uluslararası anlaşmalarla güvence altına alınmış olsa da bu konuda görevli olan kolluk kuvvetlerinin etkinlikleri, daha fazla tartışılması ve incelenmesi gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de nükleer güvenlik bağlamında kolluk kuvvetlerinin rolü incelenerek, bu kuvvetlerin güvenlikteki etkinliğinin nasıl artırılacağı üzerine bir değerlendirme yapılacaktır. Türkiye’nin nükleer enerjiye geçiş süreci ve bu sürecin güvenlik boyutu göz önüne alındığında, nükleer güvenliğin sağlanmasında kolluk kuvvetlerinin işlevleri büyük bir öneme sahiptir. Kolluk kuvvetlerinin nükleer

güvenlikteki rolü, yalnızca fiziksel güvenliğin sağlanması ile sınırlı kalmaz; aynı zamanda, bu kuvvetlerin nükleer suçlarla mücadele, toplum güvenliği, kamuoyu oluşturma ve kriz anlarında koordinasyon sağlama gibi daha geniş sorumlulukları da bulunmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin nükleer enerji politikaları ve güvenlik önlemleri bağlamında kolluk kuvvetlerinin görevleri, hem teorik hem de pratik düzeyde kapsamlı bir şekilde ele alınmalıdır.

Bu bağlamda, bu tezde Türkiye'deki mevcut güvenlik yapıları incelenerek, kolluk kuvvetlerinin nükleer enerji güvenliği alanındaki mevcut durumu analiz edilecek ve bu alanda yapılması gereken iyileştirmelere dair önerilerde bulunulacaktır. Çalışmanın hedefi, Türkiye'deki nükleer güvenlik sistemlerinin gelişmesi adına kolluk kuvvetlerinin daha etkili bir şekilde nasıl rol alabileceği ve bu süreçteki mevcut eksikliklerin nasıl giderilebileceğine dair kapsamlı bir değerlendirme sunmaktır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'de nükleer enerji kullanımının artmasıyla birlikte, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikteki rolünü incelemektir. Özellikle Akkuyu Nükleer Güç Santrali gibi projeler bağlamında, kolluk birimlerinin güvenlik risklerini yönetmedeki işlevi değerlendirilecektir. Bu kapsamda, yasal sorumluluklar, görevler, karşılaşılan zorluklar ve alınan önlemler ele alınacaktır.

Ayrıca, yasa dışı nükleer madde ticareti, nükleer terörizm gibi tehditler karşısında kolluk kuvvetlerinin etkinliği ve genel güvenlik stratejileri analiz edilecektir. Bu çalışma, mevcut yapıların ve uygulamaların genel bir değerlendirmesini sunarak, kolluk kuvvetlerinin bu alandaki rollerine katkı sağlayabilecek politika önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye'nin uluslararası standartlara uyumu ve bu uyumun kolluk görevlerine etkisi de değerlendirilecektir.

Sonuç olarak, bu tez, Türkiye'nin nükleer güvenlik politikalarını inceleyerek, kolluk kuvvetlerinin daha etkili bir şekilde sürece dahil edilmesi için öneriler geliştirecektir.

2. NÜKLEER ENERJİNİN TEMELLERİ VE TÜRKİYE'DEKİ GELİŞİMİ

2.1. Enerji Nedir

Enerji kelimesi dilimize Yunancadan geçen Energeia kelimesinden türemiştir. Kelime anlamı olarak ‘maddede var olan ısı’ anlamına gelmektedir. Enerji dünya üzerinde var olan her oluşumun başlıca nedeni ve sonucudur. Allen tarafından enerji ‘iş yapabilme yeteneği’ olarak tanımlanır ve enerji sistemin ya da nesnenin belirli bir iş yapabilmesi için sahip olduğu kapasitedir ve farklı formlarda bulunabilir (Allen, 1992). Bu formlar arasında kinetik enerji, potansiyel enerji, ısı enerjisi, kimyasal enerji ve elektrik enerjisi gibi çeşitli türler yer almaktadır. Enerji, doğada yoktan var edilemez veya tamamen yok edilemez; yalnızca farklı formlar arasında dönüşüme uğrayabilir. Bu bağlamda, enerji kavramı fizik, kimya ve mühendislik gibi birçok disiplinin temel taşlarından biri olarak kabul edilmektedir.

Enerji, yalnızca bilimsel ve teknik alanlarla sınırlı kalmayıp, günlük yaşamın her alanında kendini hissettiren temel bir unsurdur. Tarımdan sanayiye, ulaşımdan konutlara kadar geniş bir yelpazede ihtiyaç duyulan enerji, toplumların ekonomik gelişmişlik düzeyini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle enerjiye dair anlayışın derinleşmesi, bireyden devlete kadar tüm aktörlerin bilinçli kararlar almasına katkı sağlar.

2.2. Enerji Kaynakları

Evrende farklı şekillerde bulunan ve hem insanoğlunun hem de dünyanın devamlılığını sağlayabilmesi için ihtiyaç duyulan enerjinin kaynakları vardır. Bu kaynaklar genellikle elektrik üretimi, ısınma, yakıt amaçlı olarak kullanılmaktadır. Enerji kaynaklarını yenilenebilir ve yenilenemeyen olarak iki sınıfta incelemek mümkündür. Bu ayrım enerji kaynağına göre tüketilebilme durumuna göre ayrılmıştır. Söz konusu yenilenemeyen enerji kaynakları temelinde fosil yakıtları barındıran enerji kaynaklarıdır, yenilenebilir enerji kaynakları ise kaynağı sınırsız olan doğa olaylarına bağlı enerji kaynaklarıdır.

Enerji kaynakları Tablo 2.1’de gösterilmiş olup yenilenemeyen enerji kaynakları; petrol, doğal gaz, kömür, hidrokarbon gaz sıvıları ve nükleer enerjidir. Bu kaynakların yenilenemez olarak isimlendirilmesinin genel sebebi doğada kendiliğinden

yenilenememesi ve oluşumu milyonlarca yıl sürmesidir. Nükleer enerjinin yenilenemez enerji kaynakları içerisinde olması ise, kaynağında Uranyum atomunun bulunmasıdır. Uranyum atomu bir fosil yakıt olarak kabul edilmiştir (Energy Information Administration, 2018)

Tablo 2.1 Enerji Kaynakları (Energy Information Administration, 2018)

Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Kömür	Hidroelektrik
Doğal Gaz	Biyo-kütle
Hidrokarbon Gazı Sıvıları	Jeotermal
Petrol	Güneş
Nükleer Enerji	Rüzgar

Diğer taraftan, Tablo 2.1’de yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidroelektrik ve biyokütle olarak belirtilmiştir. Bu enerji kaynakları fosil yakıtlarından farklı olarak doğada bir sirkülasyon içerisinde ve kendini sürekli yenileyebilme kapasitesine sahiptir. Türkiye jeopolitik konum olarak yenilenebilir enerji kaynakları rezervi bakımından oldukça önemli bir coğrafyada bulunmaktadır. Türkiye jeopolitik olarak genç bir yapıya sahip olmasından dolayı fosil yakıtları rezervi çok kısıtlıdır. Dolayısı ile bu durum Türkiye’yi alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Son on yıl içerisinde Türkiye de Dünya’da olduğu gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelen ülkelerin sayısı da artış göstermiştir.

2.2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Türkiye, jeolojik konumu itibari ile önemli oranda yenilenebilir enerji potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları; doğal olarak kendini kısa sürede yenileyebilen, tükenme riski taşımayan ve çevreye zarar vermeden enerji üretebilen kaynaklardır. Tablo 2.1’de gösterilen enerji kaynaklarının tamamı son on yılda Türkiye’de önemli ölçüde yatırım yapılmıştır. Bu kaynaklar fosil yakıtlardan sonra dünyada en çok kullanılan birincil enerji kaynaklarıdır. Dünyada artan nüfus ve hızla gelişen endüstriye bağlı olarak enerji talebi, 2040 yılında günümüzden %56 daha fazla olacağı öngörülmektedir. Bu duruma bağlı olarak ve fosil yakıtların rezervlerinin azalmasından dolayı dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme kaçınılmaz olacaktır (Altıntaş, Türk ve Vayvay, 2016).

2.2.1.1. Güneş Enerjisi

Temiz ve masrafsız bir enerji kaynağı olan güneşin en büyük özelliği kaynağı bol ve sınırsız olmasıdır. Kullanım alanı gün geçtikçe artan güneş enerjisinden günümüze kadar ısı enerjisi olarak son yıllarda ise gelişen teknoloji ile beraber elektrik enerjisi olarak yararlanılmaktadır (Boyle ve Loughlin, 2014).

2.2.1.2. Rüzgâr Enerjisi

Temiz ve yenilenebilen bir enerji kaynağı olan rüzgârdan eskiden yel değirmenleri sayesinde günümüzde ise modern türbinler yardımıyla elektrik elde edilmektedir. Dairesel hareket ile oluşan mekanik enerjiyi jeneratöre ileten mil sayesinde elektrik enerjisine dönüşme prensibine göre çalışır. Yirmi birinci yüzyılda bazı insanlar, yel değirmenlerini çalıştıran rüzgara olan bağımlılığı yeniden desteklemektedir. Bunun başlıca nedeni, rüzgar enerjisinin temiz ve sonsuz bir yenilenebilir kaynak olmasıdır (Schlager ve Weisblatt, 2006, s. 305).

2.2.1.3. Biyoenerji

Biyoenerji, bitkisel kaynaklar ile hayvansal atıklar gibi biyolojik kökenli materyallerden elde edilen yenilenebilir bir enerji biçimidir. (Schlager ve Weisblatt, 2006, s. 57). Biyokütle enerji olarak isimlendirilen bu enerji kaynağı organik maddelerin kaynak olarak kullanılmasıyla elde edilen enerjidir. Bitki ve hayvan atıklarından yararlanma yöntemidir. Sıfır atık sloganına bağlı bir enerji türüdür.

2.2.1.4. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, kolay ve güvenli olarak taşınabilen, her yerde kullanılabilen, tükenmeyen, temiz ve ekonomik bir yakıttır. Bu özellikleri sayesinde, içinde bulunduğumuz yüzyıla damgasını vuran enerji kaynaklarından biri olmuştur. Atmosferde serbest halde bulunan hidrojen, oksijenle kimyasal bir reaksiyona girerek su bileşimini oluşturur. Artan çevre sorunları ve fosil yakıtların tükenmeye başlaması gibi nedenlerden dolayı hidrojen, enerji üretiminde cazip bir alternatif haline gelmiştir. Hidrojenin sosyal, ekonomik ve çevresel faydalarıyla geleceğin ideal yakıtı olma potansiyeline sahip

olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, hidrojenin ulaşım sektöründe fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma ve karbon emisyonlarını düşürme konusunda uzun vadeli bir potansiyele sahip olduğu vurgulanmaktadır (Balat, 2008). Bu bağlamda, hidrojen enerjisi, sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji sistemi oluşturma çabalarında stratejik bir öneme sahiptir.

2.2.1.5. Jeotermal Enerji

Yerkabuğunun derinliklerindeki ısınn fay hatlarında sıcak su veya buhar olarak kendiliğinden ya da sondajlarla çıkartılmasıyla elde edilir (Schlager ve Weisblatt, 2006, s. 97). Modern anlamda ilk olarak İtalyanlar kullanmıştır. Dünya üzerindeki jeotermal enerji kapasitesinin 7 GW dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Dünyada jeotermal elektrik üretiminde A.B.D., Endonezya, Filipinler, Türkiye ve Kenya ilk 5 sırada yer alırken, jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında ise Çin, A.B.D., İsveç, Türkiye ve Japonya önde gelen ülkeler arasında bulunmaktadır (Türkiye Jeotermal Derneği, 2017).

2.2.1.6. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerjinin kaynağı sudur ve enerji suyun hareketinde dönüştürülür (Schlager ve Weisblatt, 2006, s. 261) . Akan suyun kinetik enerjisi tribünler ve jeneratörler sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülür. 2024 yılı verilerine göre, küresel elektrik üretiminin %14'ü hidroelektrik enerjiyle karşılanmaktadır. Özellikle su kaynakları açısından zengin olan Çin, Brezilya, Kanada, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde bu oranın daha yüksek olması, hidroelektrik enerjinin coğrafi koşullara bağlı bir üretim biçimi olduğunu göstermektedir (IEA, 2025). Hidroelektrik santraller termik santraller gibi çevreyi fazla kirletmez. Fakat baraj yapılacak alanın sular altında kalmasıyla çevrede değişiklikler olabilir.

2.2.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları sınıfında yer alan kömür, doğal gaz ve petrol; organik maddelerin jeolojik süreçler boyunca ısı ve basınç altında dönüşmesiyle meydana gelen fosil yakıtlardır (Boyle, 2012, s. 45). Bu kaynaklar, 18. yüzyılda buhar makinesinin geliştirilmesiyle birlikte enerji üretiminde temel kaynaklar hâline

gelmiştir. Türkiye jeolojik yapısı bakımından genç bir yer küreye sahip bir ülke olmasından dolayı fosil yakıtlar bakımından zengin bir ülke konumunda değildir. Ancak son yıllarda çeşitli bölgelerde arama çalışmaları söz konusudur ve bu çalışmalar sonucunda önemli fosil yakıt kaynaklarına ulaşılmıştır. Dünyada ise fosil yakıt rezervleri bakımından Orta Doğu ülkeleri listenin ilk sıralarında göstermek mümkündür.

2.2.2.1. Kömür

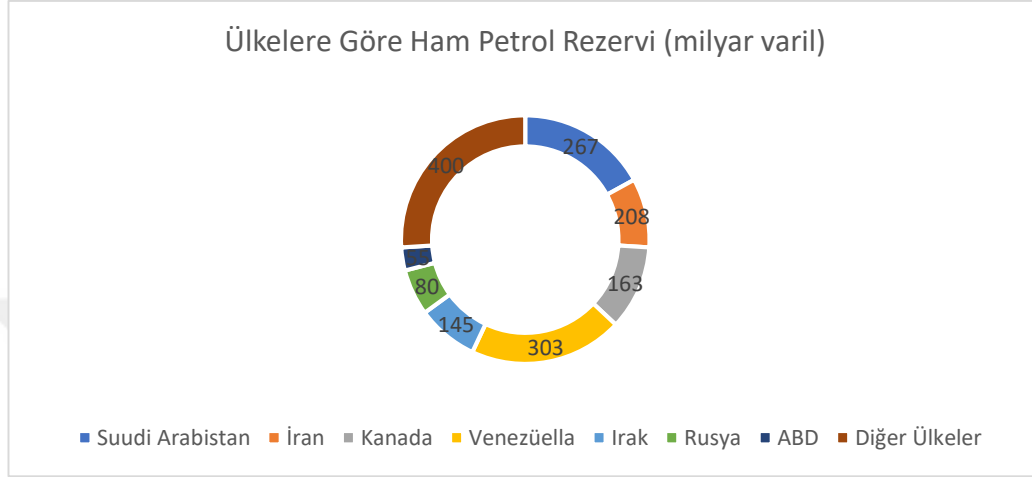
Kömür dünyada en eski formda bulunan bir fosil kaynak türüdür ve kömür 2022 yılı itibarıyla dünyanın elektrik ihtiyacının yaklaşık % 36'sını karşılamaktadır (Schlager ve Weisblatt, 2006; IEA 2023). Buhar makinesinin icadı, dünyayı yeni bir teknolojik çağa taşımış ve bu süreçte kömür önemli bir yakıt olarak rol oynamıştır. (Gimpel, 1997). Dünya kömür üretimini son otuz beş yılda iki katına yakın arttırmıştır. Türkiye'de ise kömür kaynağı ve üretim miktarları açısından linyitte dünya ölçeğinde orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilmektedir. Türkiye'de en önemli taş kömürü kaynağı, Zonguldak ve civarındadır.

2020 yılı sonu itibarıyla dünya genelinde toplam görünür kömür rezervleri, antrasit ve bitümlü kömürler ile alt bitümlü kömürler ve linyit dahil olmak üzere yaklaşık 1,07 trilyon ton olarak tahmin edilmektedir. Bu rezervlerin yaklaşık %70'ini (753,6 milyar ton) antrasit ve bitümlü kömür (taşkömürü) oluştururken, geri kalan %30'u (320,5 milyar ton) ise alt bitümlü kömürler ve linyitlerden oluşmaktadır. Dünya genelinde antrasit ve bitümlü kömür rezervlerinin en büyük payı %29,1 ile ABD'de bulunmakta ve bu miktar yaklaşık 218,94 milyar ton olarak kayıtlara geçmektedir. ABD'den sonra en fazla rezerv sırasıyla %17,9 ile Çin (135,07 milyar ton), %14,1 ile Hindistan (105,98 milyar ton), %9,8 ile Avustralya (73,72 milyar ton) ve %9,5 ile Rusya (71,72 milyar ton) ülkelerinde yer almaktadır. Ülkemizin ise 20,53 milyar ton linyit ve asfaltit (%93,3) ile 1,52 milyar ton taş kömürüyle (%6,7) birlikte toplam kömür kaynağı yaklaşık 22,0 milyar ton'dur. (ETKB, 2023).

2.2.2.2. Petrol

Petrol kelimesi, Latince petro (taş) ve oleum (yağ) kelimelerinde oluşan taşıyağı anlamına gelmektedir. Petrol, organik maddelerin yer altında milyonlarca yıl yüksek basınç ve ısıya maruz kalması ile oluşan fosil yakıttır. Fosil yakıtların içeriğinde

karbon ve hidrojen mevcut olup az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023). Petrol, günümüz ekonomileri açısından oldukça önemli bir enerji kaynağı olarak görülse de tüketilebilen bir enerji kaynağıdır. Petrolün yoğun kullanımının en önemli sebebi ise yaygın tüketim ağına sahip olmasıdır.



Şekil 2.1 2024 Yılı Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervi (Üret Brülör, 2024)

2024 yılı itibarıyla küresel ölçekte toplam ham petrol rezervi 1621 milyar varil olup Venezuela %20'lik pay ile ham petrol rezervleri dağılımında en büyük orana sahip ülke konumuna sahiptir. Ülkemizde 2022 yılında 3.58 milyon ton ham petrol üretimi yapılmasına karşın 33,49 milyon ton ham petrol ithalatına bağımlı olduğu sonucuna varılmaktadır. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı verilerine göre, 2017 yılında Türkiye'nin mevcut petrol rezervi, 324 milyon varil olarak hesaplanmıştır. Mevcut üretim miktarı dikkate alındığında, kalan üretilabilir ham petrol rezervinin yaklaşık 18 yıllık ömrü bulunmaktadır.

2.2.2.3. Doğal Gaz

Yanıcı, renksiz ve kokusuz olan doğal gaz, büyük yoğunluğunu oluşturan metan dışında etan ve propan gibi hafif moleküler hidrokarbonlardan oluşur. Hafif hidrokarbonların yanında az miktarda ağır hidrokarbonlar da içerir. Doğal gaz yer altında yalnızca bulunabileceği gibi petrol ile birlikte de bulunabilir. Doğal gaz genellikle elektrik üretiminde, konutlarda, sanayide ve hizmet sektöründe kullanılmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

2.3. Nükleer Enerjinin Tanımı ve Çalışma Prensipleri

Nükleer enerji, bir atomun çekirdeğinden serbest bırakılabilen enerjidir ve çekirdek enerjisi olarak tanımlanır (Schlager ve Weisblatt, 2006; Ataş, 2020). Bu enerji, atom çekirdeklerinin birbiri ile tepkimeye girmesi ile meydana gelir ve enerjiyi üretmenin iki yolu vardır: fisyon veya füzyon. Fisyon, atom çekirdeğinin parçalanmasıyla gerçekleşir. Füzyon ise iki veya daha fazla hafif çekirdeğin birleşerek daha ağır bir çekirdek oluşturmasıyla ortaya çıkar. Çoğu zaman, nükleer enerji hakkında konuşulduğunda, nükleer fisyon kastedilir. Füzyondan güç üretimi ise hâlâ gelişim aşamasındadır. Nükleer enerji uranyum ve plütonyum atomlarının parçalanması sonucu elde edilmektedir.



Şekil 2.2 Fisyon Olayı (Yılmaz, 2015, s.7)

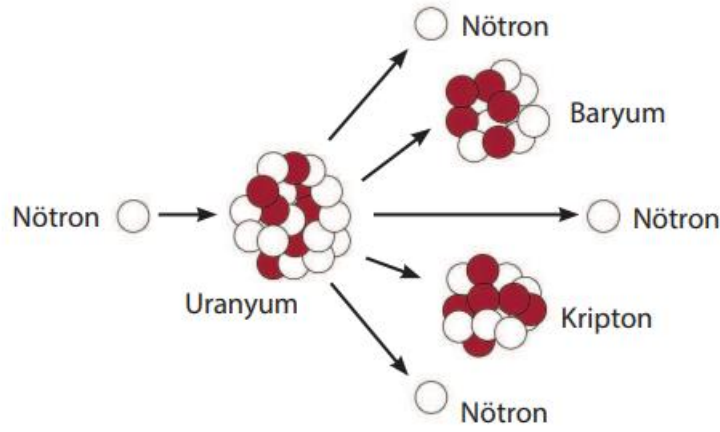
Yaşamın sürdürülebilirliği için enerjiye ihtiyaç hayati derecede önem arz etmektedir. Fakat enerji üretimi esnasında çevreye zarar verilmesi ve kullanılan kaynakların her geçen gün azalması nedeniyle, küresel dünyada tüm ülkeleri yeni enerji kaynaklarına yönelmeye itmiştir. Nükleer enerji, radyoaktif bir element olan uranyum atomunun çekirdeğinde meydana gelen parçalanma sonucu açığa çıkan bir enerji türü olarak tanımlanmaktadır (Yarman, 2011). Bu enerji fisyon ve füzyon tepkimeleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Basit olarak nükleer santrallerde ve nükleer reaktörlerde kullanılır. Bir atomun merkezi çekirdeği, protonlar ve nötronlardan oluşmaktadır. Fisyon sürecinde çekirdek, radyoaktif bozunma veya atom altı parçacıklar olan nötrinoların bombardımanı sonucunda parçalanabilir. Kütle kaybı enerjiye dönüşür; bu yüzden bölünme sonrası oluşan parçaların toplam kütlesi, orijinal çekirdeğin kütlesinden daha azdır. Kontrollü fisyon, atom çekirdeğinin hafif nötrino bombardımanı ile uyarılması

sonucu gerçekleşir ve çekirdek, nötrondan yaklaşık 200 kat daha büyük iki küçük parçaya ayrılır. Ayrıca, bu süreçte en az iki nötrino serbest kalır. Bu tür kontrollü fisyon reaksiyonları, nükleer enerji santrallerinde enerji üretmek için kullanılırken, kontrolsüz reaksiyonlar nükleer silah yapımında değerlendirilebilir. Örneğin, bir nötron U-235 gibi ağır bir çekirdek tarafından soğurulduğunda, birleşik çekirdek çok kararsız hale gelir ve iki ya da bazen üç parçaya bölünür. Fisyon ürünleri, belli bir olasılık dağılımına göre meydana gelir ve genellikle özdeş olmazlar. Fisyon süreci sırasında açığa çıkan nötronların kinetik enerjileri ve parçaların dağılımı, fisyonu başlatan nötronun enerjisine ve çekirdeğin türüne bağlı olarak değişiklik gösterir (Kessler, 2003, s. 14).

Atomlar, protonlar, nötronlar, elektronlar ve bir çekirdekten oluşur. Çekirdek, atomun pozitif yüklü merkezidir. Protonlar pozitif yüklüdür, nötronlar ise yüksüzdür. Elektronlar çekirdeğin etrafında döner ve negatif yüklüdür. Fisyon, iki şekilde gerçekleşebilir:

- 1.Rutherfordium gibi bazı çok ağır elementlerde, atom çekirdeği kendiliğinden daha küçük parçalara ayrılabilir.
- 2.Daha hafif elementlerde, çekirdeğe serbest bir nötron çarptığında çekirdek parçalanır (Schlager ve Weisblatt, 2006, s. 169).

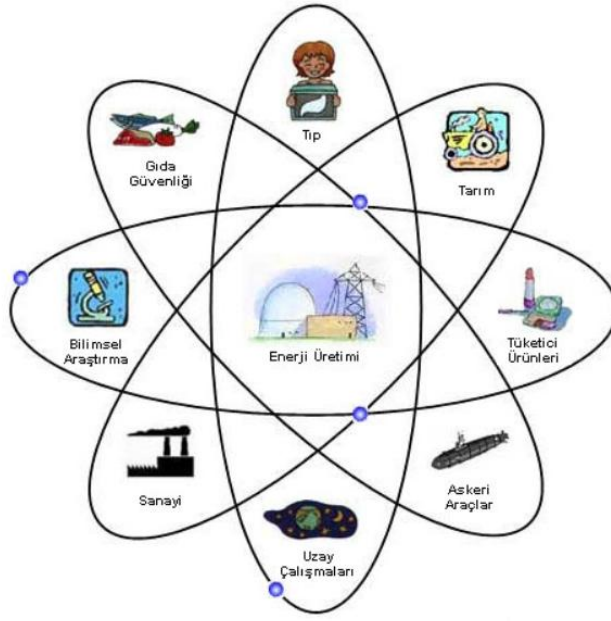
Günümüzde ticari nükleer enerji üretimi, büyük oranda fisyon reaksiyonlarına dayanmaktadır. Bu süreçte, genellikle uranyum-235 veya plütonyum-239 gibi ağır atom çekirdekleri kontrollü bir şekilde parçalanır ve büyük miktarda enerji açığa çıkar. Reaktör kalbinde kaynayan suyun bir kısmının buharlaştırılmasıyla üretilen buhar, türbini döndürerek elektrik üreten jeneratörlere güç sağlar (Kessler, 2003, s. 78). Nükleer enerji, fosil yakıtların aksine karbon emisyonu yaratmaması ve büyük ölçekli enerji üretim kapasitesine sahip olması nedeniyle sürdürülebilir enerji politikalarının önemli bir unsuru olarak görülmektedir. Bu nedenle temiz enerji olarak da isimlendirilmektedir. Ancak, reaktör güvenliği, atık yönetimi ve olası kazaların çevresel etkileri gibi faktörler, bu enerji türünün dikkatli bir şekilde yönetilmesini gerektirir.



Şekil 2.3 Uranyum Atomunun Parçalanması (Yılmaz, 2015, s.7)

2.4. Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları

Nükleer enerji, günümüzde çeşitli alanlarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanı, nükleer santraller aracılığıyla elektrik üretimidir. Tıpta ise radyoterapi ve görüntüleme yöntemleri (PET, SPECT) gibi teşhis ve tedavi amaçlı uygulamalar dikkat çeker. Sanayi sektöründe malzeme analizi, tahribatsız testler ve gıda ışınlama gibi işlemlerde tercih edilir. Uzay araştırmalarında, radyoizotop termoelektrik jeneratörler (RTG'ler) uzun süreli enerji ihtiyacını karşılar. Denizcilikte ise nükleer enerjili denizaltılar ve uçak gemileri, yakıt ikmali gereksinimini ortadan kaldırarak stratejik avantaj sağlar. Tarımda zararlı böceklerle mücadelede steril böcek tekniği ve çevre kirliliğinin izlenmesinde izotop analizleri gibi yöntemler kullanılmaktadır. Ayrıca nükleer teknolojiler, su ve toprak yönetimi gibi çevresel sorunların çözümüne de katkıda bulunur. Tüm bu uygulamalar, nükleer enerjinin enerji güvenliği, bilimsel gelişme ve çevre yönetimi gibi konularda kritik bir rol oynadığını göstermektedir (WNA, 2025).



Şekil 2.4 Nükleer Enerjinin Kullanım Alanları (Manşet Türkiye,2017)

2.5. Nükleer Enerjinin Faydaları ve Zararları

Nükleer enerji, günümüz dünyasında enerji üretiminden sağlık hizmetlerine kadar birçok alanda kullanılan bir teknoloji olmasına rağmen arkasında hayatın olağan akışını kolaylaştırmak için çok büyük avantajları vardır. Günümüzde, fosil yakıtların sınırlı olduğu bölgelerde, bazı devletler enerji güvenliğini sağlamak ve artan enerji talebini karşılamak için nükleer enerjiyi kritik bir seçenek olarak görmektedir. Yüksek enerji yoğunluğu ve düşük karbon salınımı gibi özellikleri sayesinde nükleer enerji, hem ekonomik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından cazip bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu teknoloji kötü niyetle kullanıldığında, bir toplum üzerinde yıkıcı etkiler yaratma potansiyeline sahip olabilir. Nükleer enerji, faydaları yanında yıkıcı felaketler meydana getirecek etkiye sahip silahların yapımında da kullanılmaktadır. Ancak, nükleer santrallerin dezavantajları göz önüne alınsa da, nükleer enerjinin üretilmemesi söz konusu değildir. En gelişmiş teknolojilerle, nükleer enerji üretiminde gerekli önlemler alınarak kurulan nükleer santraller, ülkelerin ve toplumların faydasına pek çok avantajı beraberinde getireceği gibi dezavantajları da en aza indirecektir (Harunoğulları, 2019, s.137). Dolayısıyla, nükleer enerji, küresel ölçekte enerji politikalarının şekillenmesinde hem umut vadeden hem de dikkatle ele alınması gereken bir unsur olmaya devam etmektedir.

2.5.1. Nükleer Enerjinin Faydaları

Nükleer enerji yüksek yoğunluğa sahip bir enerji kaynağıdır. Bir nükleer tesis göz önüne alındığında çok az miktarda yakıtla büyük miktarlarda enerji üretilir. Bir gram uranyum atomundan elde edilen enerjiyi tonlarca fosil yakıttan elde edilemeyebilir.

Sürekli bir enerji kaynağıdır, rüzgar güneş gibi hava koşullarında etkilenmez, bu da enerjide istikrar sağlar ve elektrik kesintisi gibi durumların önüne geçer.

Karbon salınımı düşüktür, fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında, nükleer santraller atmosfere çok daha az sera gazı salmaktadır. Bu da nükleer enerjiyi iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir seçenek haline getirir.

Ekonomik açıdan bakıldığında, nükleer enerji uzun vadede düşük maliyetli bir enerji kaynağıdır. İlk yatırım maliyetleri yüksek olsa da, santrallerin uzun ömürlü olması ve yakıt maliyetlerinin düşük olması, işletme maliyetlerini düşürmektedir.

Nükleer enerji sektörü istihdam yaratır ve bilimsel araştırmaları teşvik ederek teknolojik ilerlemeye katkıda bulunur. Ayrıca Türkiye'nin özellikle son yıllarda hızla sanayileşmesi ve nüfusunun 86 milyona dayanması nükleer enerji ihtiyacını, ülkenin enerji talebini artırmış ve bu talebin alternatif bir enerji kaynağından sağlanması yoluna gitmesine yol açmıştır (Çelik, Çeker, Belge, 2018).

2.5.2.2.5.2. Nükleer Enerjinin Zararları

Tüm bu faydalarına rağmen, nükleer enerji ciddi riskler ve sorunlar barındırır. Bu risklerin başında, nükleer kazalar gelmektedir. Çernobil ve Fukuşima gibi büyük çaplı kazalar, nükleer enerjinin potansiyel tehlikelerini gözler önüne sermiştir. Bu tür kazalar, çevreyi ve insan sağlığını yıllarca olumsuz etkileyebilecek radyoaktif kirliliğe yol açmaktadır. Ayrıca, bu kazaların ekonomik maliyetleri de oldukça yüksektir ve yerel ekonomiler üzerinde uzun vadeli etkiler bırakabilir.

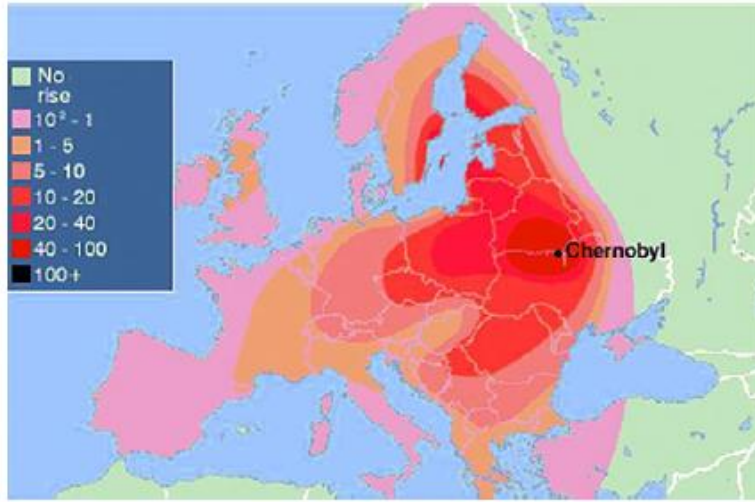
Nükleer enerji üretimi sonucunda ortaya çıkan radyoaktif atıklar, yüzyıllar boyunca tehlike arz edebilmektedir. Bu atıkların güvenli bir şekilde depolanması ve taşınması, oldukça karmaşık ve maliyetli bir süreçtir. Radyoaktif atıkların yanlış yönetimi, çevreye ciddi zararlar verebilir ve halk sağlığını tehlikeye atabilir. Nükleer reaktörler ve uranyum zenginleştirme teknolojisi, nükleer silahların üretimi için de kullanılabilir. Bu durum, uluslararası güvenlik endişelerini artırmakta ve nükleer enerjinin

yaygınlaşmasını sınırlayan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaya, 2012, s.4). Çevresel etkiler açısından değerlendirildiğinde, nükleer santrallerin su tüketimi de dikkate alınması gereken bir unsurdur. Nükleer santraller, soğutma sistemleri için büyük miktarda suya ihtiyaç duyar ve bu durum, yerel su kaynakları üzerinde baskı yaratabilir. Özellikle su sıkıntısı çeken bölgelerde, bu tür bir enerji üretimi çevresel dengeyi bozabilir. Bu nedenle daha çok deniz kıyılarına yapılması tercih edilmektedir. Nükleer tesisler kritik alan kategorisine girdiği için daha fazla güvenlik planlamasına ihtiyaç duymaktadır. Terör, sabotaj gibi olası saldırılara karşı acil durum eylem planları hazırlamak ve bu planları binlerce kişinin çok iyi bilmesini sağlamak ayrıca bir görevi ortaya çıkaracaktır.

2.6. Nükleer Enerjinin Çevresel Etkileri

Nükleer enerji, düşük karbonlu enerji geleceğine geçişin önemli bir parçası olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Dünya, iklim değişikliği ve artan enerji talebi gibi iki önemli sorunla karşı karşıya iken, nükleer enerji güvenilir, verimli ve ölçeklenebilir bir çözüm sunmaktadır. Fosil yakıtlardan farklı olarak, işletme sırasında çok az sera gazı emisyonu üretir ya da hiç üretmez; bu da elektrik üretiminin karbon ayak izini azaltmak için kritik bir araç haline getirir. Bu nedenle, birçok ülke enerji sektörlerini karbondan arındırmaya çalışırken, nükleer enerji küresel iklim hedeflerine ulaşmada ve enerji çeşitliliğini sağlamada kilit bir oyuncu olarak ön plana çıkmaktadır (OECD Nükleer Enerji Ajansı, 2022).

Günümüzde nükleer enerji, yılda yaklaşık 1,6 gigaton karbondioksit emisyonunun önüne geçmektedir. Mevcut reaktörlerin yenilenmesi ve uzun vadeli işletilmesiyle, 2020–2050 döneminde toplam 50 gigaton karbon emisyonunun azaltılması beklenmektedir. Ayrıca, bu dönemde fosil yakıtlı elektrik üretiminin yerini alacak büyük ölçekli nükleer reaktörlerin yeni inşası sayesinde yaklaşık 23 gigaton daha emisyonun önüne geçme potansiyeli vardır. Bu durum, özellikle kömür kullanımının yaygın olduğu ve ekonomisi hızla elektrik şebekesine bağlanan gelişmekte olan ülkelerde önem taşımaktadır. Şu anda Çin ve Hindistan gibi OECD dışındaki ülkeler, bu tür projelerin en büyük payını oluşturmaktadır (OECD Nükleer Enerji Ajansı, 2022).



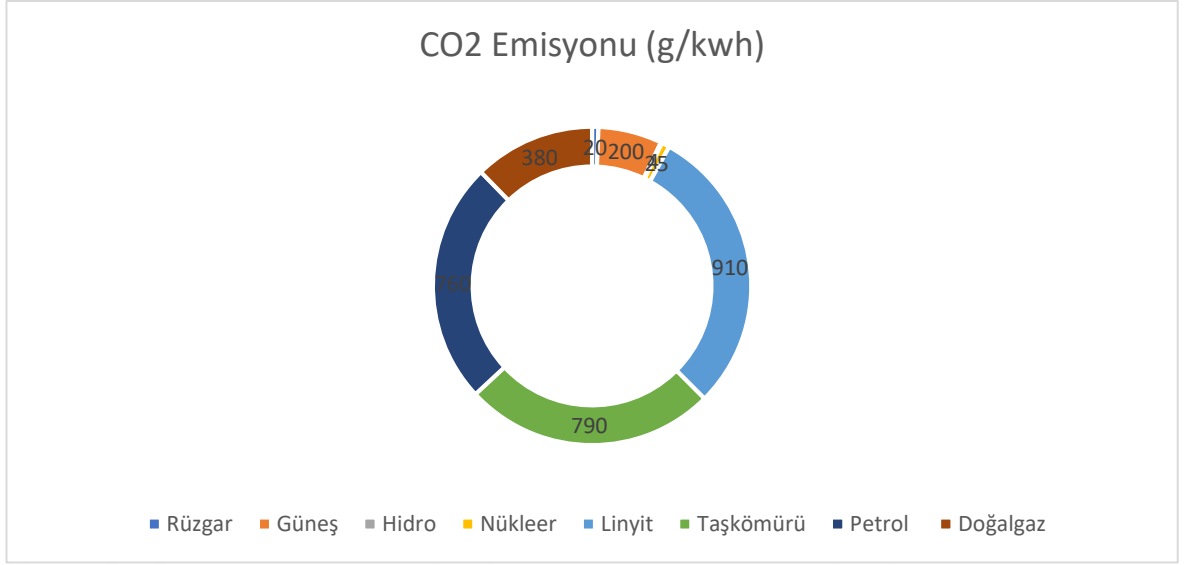
Şekil 2.5 3 Mayıs 1986 Tarihinde Görülen Radyoaktivitenin Yayılım Alanı (Bilim ve Aydınlanma Akademisi, 2019)

Şekil 2.5’de gösterildiği gibi, 1986 yılında meydana gelen Çernobil kazası sonrasında atmosfere salınan radyoaktif maddeler, meteorolojik koşulların da etkisiyle bölgesel sınırları aşarak geniş çapta bir yayılım göstermiştir (Bilim ve Aydınlanma Akademisi, 2019). Nükleer enerjiyle ilgili en acil çevresel kaygı radyoaktif atıkların yönetimidir. Harcanmış nükleer yakıt, binlerce yıl boyunca tehlikeli olmaya devam eden, hem insan sağlığı hem de çevre için uzun vadeli riskler oluşturan yüksek derecede radyoaktif maddeler içerir. Ayrıca nükleer enerjinin çevresel etkisi santrallerin işletilmesinin ötesine uzanmaktadır. Nükleer reaktörlerin inşası yoğun kaynak gerektirir ve yerel ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği bozabilecek önemli miktarda arazi kullanımı gerektirebilir. Dahası, nükleer yakıt için kritik bir hammadde olan uranyumun madenciliği, uygun şekilde yönetilmediği takdirde habitat tahribatına, su kirliliğine ve toprağın bozulmasına neden olabilir. Nükleer enerjiyle ilişkili çevresel riskler yalnızca operasyonel aşama ile sınırlı değildir, aynı zamanda uranyumun çıkarılması ve işlenmesi ile radyoaktif atıkların bertarafını da içermektedir.

Nükleer enerjinin çevresel ayak izi aynı zamanda tesislerin yaşam döngüsüne göre de şekillenmektedir. Nükleer enerji santrallerinin inşası, önemli miktarda enerji girdisi, yoğun hammadde kullanımı ve önemli miktarda yatırım gerektirir; bunların tümü, sürdürülebilir bir şekilde yönetilmedikleri takdirde çevresel bozulmaya katkıda bulunur. Benzer şekilde, eski reaktörlerin hizmet dışı bırakılması ve hizmet dışı bırakılan malzemelerin güvenli bir şekilde imha edilmesi, genel çevresel yükü artırmaktadır. Hizmetten çıkarma süreci karmaşık ve maliyetli olup, çevreye verilen

zararı en aza indirmek ve radyoaktif maddelerin uygun şekilde muhafaza edilmesini sağlamak için titiz bir planlama gerektirir. Özellikle Fukushima Daiichi, Hamaoka gibi yüksek güç üretim kapasitesine sahip nükleer santralinin dekomisyonlama süreci, yüksek radyasyon seviyeleri ve karmaşık teknik zorluklar nedeniyle uzun ve titiz bir planlama süreci gerektirmekte olup, çevresel etkilerin en aza indirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Yamamoto ve Tanaka, 2023). Tüm bu zorluklara rağmen, nükleer enerji, özellikle ulusların fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltma ve iddialı iklim hedeflerine ulaşma arayışında oldukları bir dönemde, küresel enerji karışımının kritik bir bileşeni olmaya devam etmektedir.

Nükleer enerjinin çevresel faydalarını en üst düzeye çıkarmak için nükleer enerjinin kullanımını kapsamlı güvenlik standartları, devam eden araştırmalar ve teknolojik yeniliklerle bütünleştirmek çok önemlidir. Daha güvenli ve daha esnek nükleer enerji üretimi potansiyeli sunan küçük modüler reaktörler (SMR'ler) gibi yeni gelişen teknolojiler, bu çevresel zorlukların bazılarının çözümüne yardımcı olabilir. Ayrıca, nükleer atıkların geri dönüşümündeki ilerlemeler ve uzun vadeli depolama çözümlerinin geliştirilmesi, radyoaktif atıkların bertarafına ilişkin bazı endişeleri hafifletebilir. Ancak nükleer enerjinin küresel enerji geçişinde sürdürülebilir bir rol oynayabilmesi için dikkatli bir şekilde düzenlenmesi ve çevresel risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Bu, hem çevreyi hem de gelecek nesilleri korumaya yönelik olarak nükleer enerjinin güvenli ve sorumlu bir şekilde kullanılmasını sağlamak için hükümetler, nükleer endüstri, bilim adamları ve yerel topluluklar arasında işbirliğini gerektirir. Nükleer enerji, sera gazı emisyonlarını azaltma ve güvenilir bir güç kaynağı sağlama açısından umut verici çevresel avantajlar sunarken, potansiyelinin, risklerini ve çevresel etkilerini en aza indirmeye yönelik devam eden çabalarla dengelenmesi gerekir.



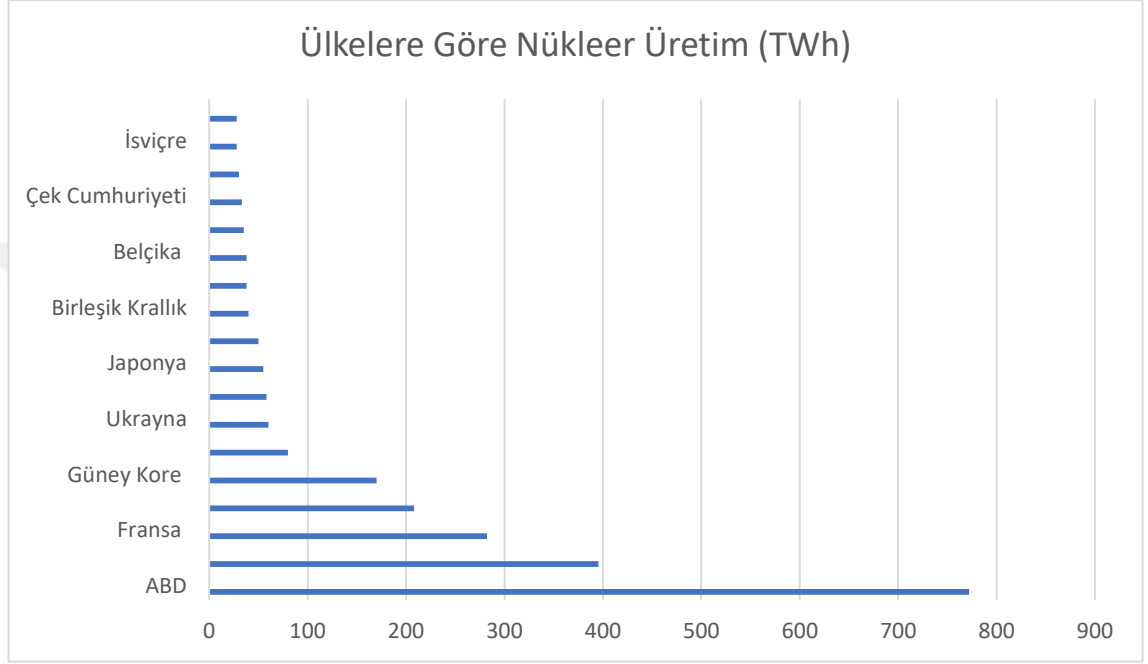
Şekil 2.6 Enerji Kaynaklarının Karbondioksit Emisyon Salınımı (Turan, 2006)

Dünyada ve Türkiye'de nükleer enerji kullanımı, enerji üretimi, çevresel etkiler ve güvenlik endişeleri çerçevesinde giderek daha fazla tartışılan bir konu olmuştur. Nükleer enerji, karbon salınımını azaltma ve enerji güvenliğini artırma gibi avantajlar sunmakla birlikte, bu teknolojinin potansiyel tehlikeleri, atık yönetimi ve nükleer silahlanma gibi kritik sorunları da beraberinde getirmektedir. Küresel ölçekte, enerji ihtiyacının hızla arttığı bir dönemde birçok ülke nükleer enerjiyi alternatif bir kaynak olarak değerlendirmektedir. Pek çok ülkede, nükleer enerji, fosil yakıtlara karşı kararlı ve ölçeklenebilir bir alternatif sunarak küresel enerji güvenliğine yönelik çözümün gerekli bir parçası olarak görülmektedir (Palacios ve Casillas, 2016). Türkiye de, enerji bağımsızlığını güçlendirme ve sürdürülebilir enerji politikaları geliştirme amacıyla nükleer enerjiye yönelmiş, bu alandaki yatırımlarını hızlandırmıştır. Ancak, hem dünyada hem de Türkiye'de nükleer enerji kullanımı, toplumsal, ekonomik ve çevresel faktörler göz önünde bulundurularak dikkatle ele alınması gereken bir mesele olmaya devam etmektedir. Dünyanın nükleer enerjiye olan bağımlılığı, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma ve iklim değişikliği ile mücadele etme ihtiyacıyla yönlendirilmektedir (IAEA, 2020).

2.7. Dünyada Nükleer Enerji

Nükleer enerji, bazı ülkelerin toplam elektrik üretiminde kritik bir paya sahip olmaya devam etmekte olup 2023 yılı itibarıyla, dünya genelinde on dört ülke elektrik

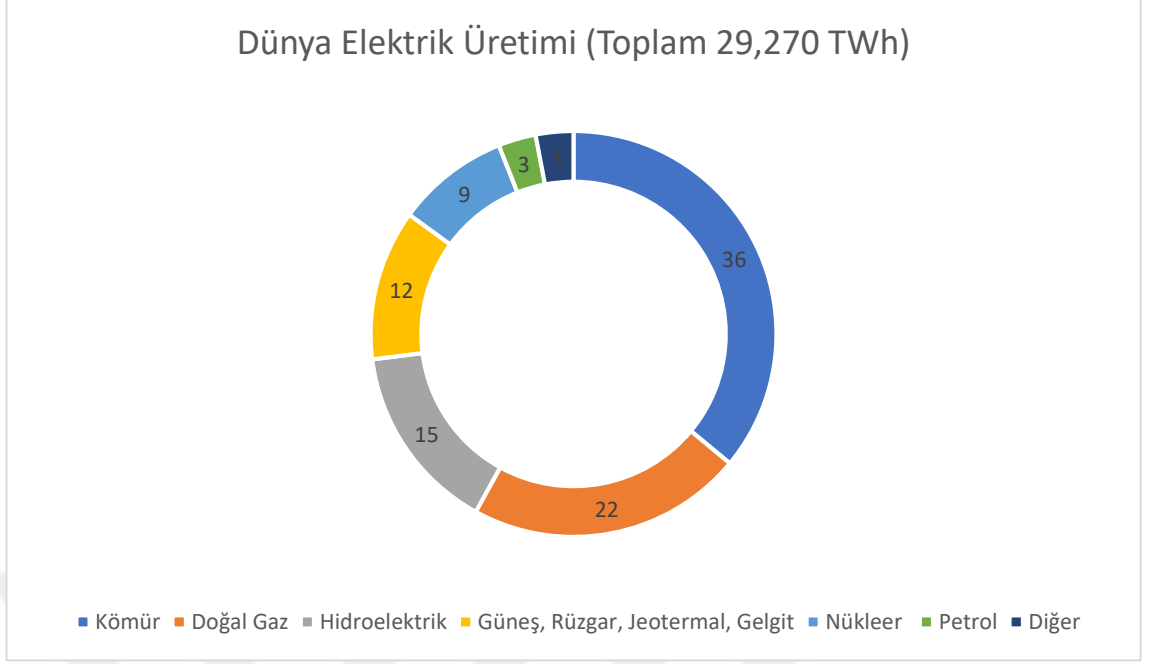
üretimlerinin en az dörtte birini nükleer enerjiden sağlamaktadır. Fransa, elektrik ihtiyacının yaklaşık %70'ini nükleer santrallerden karşılarken; Ukrayna, Slovakya ve Macaristan bu oranı yaklaşık %50 seviyelerinde gerçekleştirmektedir. Japonya ise geçmişte elektrik üretiminin dörtte birinden fazlası için nükleer enerjiye bağımlı bir yapıda olsa da günümüzde bu seviyeye yeniden ulaşması için yatırımlar yapmaktadır (World Nuclear Association, 2024).



Şekil 2.7 2023 Yılı Ülkelerine Göre Nükleer Üretim (World Nuclear Association, 2024).

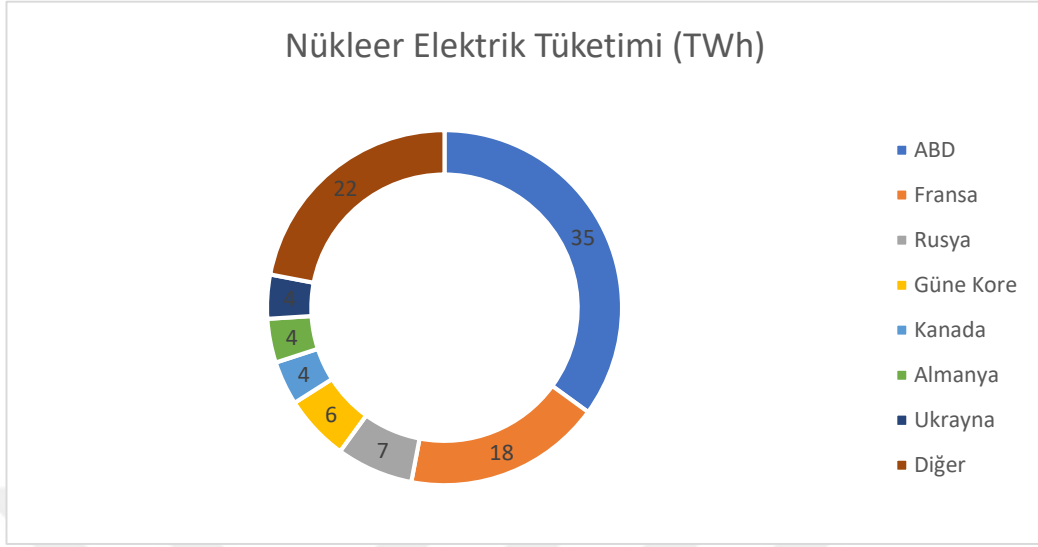
Dünya genelinde, 2024 yılı itibarıyla 56 ülkede toplam 284 araştırma reaktörü aktif olarak çalışırken, ticari faaliyet gösteren 439 nükleer reaktör bulunmaktadır. Nükleer jeneratörler, 32 ülkede toplam elektrik üretiminin %16'sını sağlamaktadır (World Nuclear Association, 2024). Ayrıca, dünya çapında 250'den fazla gemi ve denizaltı nükleer enerjiyle hareket etmekte, 1000'i aşkın ticari, askeri ve araştırma amaçlı nükleer reaktör işletilmektedir (International Atomic Energy Agency, 2024).

2022 yılında elektrik üretiminin en büyük kısmı kömürle sağlanmakta olup, bu kaynak toplamda %36 oranında bir paya sahiptir. Kömürü, sırasıyla %22 oranında doğalgaz, %15 oranında hidroelektrik, ve %12 oranında yenilenebilir enerji kaynakları takip etmektedir. Nükleer enerjinin payı ise %9 olarak belirlenmiştir. Petrol ise yalnızca %3 oranında elektrik üretimine katkı sağlamaktadır. Bu veriler, fosil yakıtların hâlâ küresel elektrik üretiminde egemen bir rol oynadığını göstermektedir.



Şekil 2.8 2022 Yılı Dünya Elektrik Üretimi (Uluslararası Enerji Ajansı, 2023).

Dünyadaki nükleer enerji kurulu gücünün üçte biri Avrupa’da yer almakta olup, santrallerin büyük bir kısmı Batı Avrupa ülkelerinde bulunmaktadır (Eurostat, 2023). Avrupa Birliği (AB) ülkeleri arasında nükleer enerjiye en çok yatırım yapan ülke Fransa’dır. Bu ülkede, enerji ihtiyacının önemli bir bölümü nükleer santraller tarafından karşılanmakta olup, Fransa’nın enerji politikaları, nükleer teknolojinin gelişimi ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının entegrasyonuna büyük önem vermektedir. Ayrıca, Avrupa genelinde nükleer enerji santrallerinin güvenliği ve çevresel etkileri konusundaki düzenlemeler sürekli olarak güncellenmekte, böylece hem halkın güvenliği sağlanmakta hem de iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynanmaktadır.



Şekil 2.9 Ülkeler Bazında Nükleer Enerjiden Elektrik Üretimi (Twh) (Çelik, Çeker ve Belge, 2015, s. 58).

2024 yılı itibarıyla Fransa, elektrik ihtiyacının %67'sini nükleer enerjiden karşılamakta ve komşu ülkelere elektrik ihraç etmektedir. Ülkedeki 59 reaktörden 12'si bu ihracat için faaliyet göstermekte, ancak talep yetersizliği durumunda bazı reaktörler hafta sonları kapatılmaktadır. Nitekim, Mayıs 2025'te İspanya'da yaşanan büyük çaplı elektrik kesintisi sırasında, Fransa nükleer santrallerinden sağladığı fazla kapasiteyle İspanya'ya elektrik tedarik ederek bölgesel enerji güvenliğine önemli katkı sağlamıştır. Dünya artan enerji talepleri ve çevresel zorluklarla karşı karşıya kaldıkça, nükleer enerji, enerji bağımsızlığı sağlamak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır (Goff, 2009).

2.8. Türkiye'de Nükleer Enerji

21. yy dünyasında artan nüfus ve gelişmekte olan ekonomiye paralel olarak enerji talebinin de hızlı bir şekilde artış gerçekleşmektedir. Söz konusu artış sonucunda ülkemizin elektrik talebi 2015 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 268,8 milyar kWh'e ulaşmış olup 2024 yılında ise 348 milyar kWh'e ulaşmıştır. Ayrıca Ekonomi Bakanlığı'nın yaptığı araştırmaya göre dünya enerji talebin 2030 yılına kadar %60 artması beklenmektedir ve bu artışın üçte ikisi gelişmekte olan ülkelerdir (ETKB, 2025). Son gelişmelere bakıldığında Türkiye artan enerji talebiyle birlikte gelişmekte olan bir ülke olarak değerlendirilmektedir.

Ülkemizde ilk olarak 1956 yılında Atom Enerjisi Komisyonu kurulmuş olup bu sayede nükleer enerji adı altında ilk atılım yapılmıştır. Bu süreç zarfında birçok projeler gündeme gelmiş fakat yürürlüğe konulamamıştır. 2010 yılında varılan anlaşmalar sonucunda Akkuyu Nükleer Santralinin yapımı ile ilgili Rusya ile mutabakatlara varılmış. Bu kararın alınması ile birlikte Türkiye’de enerji politikalarında değişimler meydana gelmiştir. Türkiye’nin enerji arz güvenliğini sağlama ve enerjide dışa bağımlılığı azaltma hedefleri doğrultusunda bu santral stratejik bir adım olarak nitelendirilmiştir. Akkuyu NGS’den yılda 35 milyar kWh elektrik üretilmesi planlanmaktadır bu değer göz önüne alındığında Türkiye’nin yıllık elektrik ihtiyacının %10’una tekâbül etmektedir. Türkiye toplam enerji ihtiyacının yüzde %72’sini ithalatla karşılayan bir durumda olduğundan enerjide büyük oranda dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Ülkemizde doğalgazın %98’i, petrolün %92’si ve kömürün %20’si ithal edilmektedir (TPOA, 2023; TKÜD, 2023; ETKB,2024). Akkuyu NGS’nin devreye alınması ile birlikte fosil yakıtlardan elde edilen enerjiye talebin azalacağı, yeni bir branşlaşma adı altında çalışmaların başlaması gündeme gelmesi öngörülmektedir.

Türkiye’de nükleer santrallerin kurulması, ülkenin fosil yakıtlara olan bağımlılığını önemli ölçüde azaltması beklenmektedir. Bu doğrultuda Akkuyu’da kurulacak nükleer santrallerin, yılda yaklaşık 35 milyar kWh elektrik üretileceği planlanmaktadır. Dolayısıyla, gelir gider ve fayda hesabı yapıldığında uzun vadede ithal edilecek doğalgazdan daha kazançlı yatırım olduğu görülmektedir. Ayrıca, yerli enerji üretiminin artması enerji arz güvenliğinin güçlenmesine katkı sağlayacak ve ülkenin dışa bağımlılığını azaltarak ekonomik istikrarı destekleyecektir. Bu durum, Türkiye’nin enerji politikalarında çeşitliliği artırırken, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına da olanak tanıyacaktır. Nükleer enerji yatırımları, aynı zamanda teknolojik gelişmelerin hızlanmasına ve yerel iş gücünün niteliklerinin artmasına da önemli katkılar sağlayacaktır.

Tablo 2.2 Türkiye Nükleer Enerji Serüveni

Yıl	Gelişme
1956	Atom Enerjisi Komisyonu kuruldu.
1982	Nükleer Enerji Kanunu çıkarıldı.
2007	Nükleer Düzenleme Kurulu kuruldu.
2010	Türkiye-Rusya arasında Akkuyu NGS anlaşması yapıldı.
2010	Türkiye, elektrik talep artışında Avrupa’da birinci oldu.
2015	Elektrik talebi 268,8 milyar kWh’e ulaştı.
2015–2022	Elektrik talebinin 425–470 milyar kWh’e ulaşması öngörüldü.
2022 ve sonrası	Akkuyu NGS’den yılda 35 milyar kWh üretim planlandı.
2030 (Öngörü)	Dünya enerji talebinin %60 artması beklenmektedir.

2.9. Türkiye’de Nükleer Enerji Politikaları ve Mevzuatı

Türkiye’de nükleer enerji mevzuatı, hem ülke içindeki enerji güvenliği hem de uluslararası standartlarla uyum sağlamak amacıyla uzun yıllar boyunca şekillenmiş ve geliştirilmiştir. Nükleer enerji, özellikle Türkiye gibi enerji ihtiyacı hızla artan bir ülke için önemli bir alternatif enerji kaynağı olarak görülmektedir. Türkiye, 1956 yılında nükleer enerjiye yönelik ilk adımını atmış ve bu alanda çeşitli düzenlemelere gitmiştir. 1982 yılında kabul edilen Nükleer Enerji Kanunu, nükleer enerjinin kullanımına dair yasal çerçeveyi çizmiş, ancak 1980’ler ve 1990’lar boyunca yaşanan ekonomik ve siyasi belirsizlikler nedeniyle projeler durmuş ve nükleer santral inşası ertelenmiştir. 2000’li yıllara gelindiğinde, Türkiye’nin enerji güvenliğini sağlama ihtiyacı, dışa bağımlılığı azaltma hedefleri ve çevresel sürdürülebilirlik talepleri ile birlikte nükleer enerji tekrar gündeme gelmiştir. 2007 yılında Türkiye, Nükleer Düzenleme Kurumu’nu (NDK) kurarak, nükleer enerji sektöründeki düzenlemeleri daha sistemli bir hale getirmiştir. NDK, santrallerin inşa edilmesi, işletilmesi ve güvenlik denetimlerinin yapılmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. 2009 yılında yapılan Nükleer Santral İhalesi ise nükleer enerjiye yönelik ciddi bir adım atılmasını sağlamış, Akkuyu Nükleer Güç Santrali gibi projelerin başlamasına zemin hazırlamıştır. Bu süreçte, Türkiye, nükleer enerjiye dair mevzuatını, hem iç hukuka hem de uluslararası standartlara uygun olarak güncellemiştir (Kara ve Doğru, 2020).

Türkiye’nin nükleer enerji mevzuatının şekillendirilmesinde uluslararası işbirliklerinin ve anlaşmalarının da önemli bir rolü bulunmaktadır. Türkiye,

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) gibi uluslararası kuruluşlarla işbirliği yaparak, nükleer güvenlik ve denetim konusunda en iyi uygulamaları benimsemiştir. 1994 yılında Türkiye, Nükleer Güvenlik Konvansiyonu'nu imzalayarak, nükleer santrallerin güvenli bir şekilde işletilmesi için gerekli standartları kabul etmiştir. Türkiye ayrıca, nükleer santrallerin çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) uygulamalarını benimsemiş ve ÇED Yönetmeliği'ni 2010 yılında yürürlüğe koymuştur. Bu yönetmelik, nükleer santrallerin kurulumu öncesi çevresel etkilerin detaylı bir şekilde incelenmesini, halkın bilgilendirilmesini ve herhangi bir olumsuz çevresel etki meydana gelmesi durumunda gerekli önlemlerin alınmasını zorunlu hale getirmiştir. ÇED raporları, santralin inşa edileceği bölgede yapılan bilimsel incelemeleri ve halk sağlığına etkilerini de kapsayarak, nükleer santralin çevresel sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, Türkiye'nin nükleer enerji mevzuatındaki güncellemeler, nükleer santrallerin olası bir kazadan sonra nasıl yönetileceğine dair ciddi güvenlik önlemleri içermektedir. Türkiye, bu alanda alacağı tüm önlemleri, uluslararası güvenlik protokollerini referans alarak hazırlamaktadır.

Nükleer enerji mevzuatındaki önemli bir diğer gelişme, Türkiye'nin yerli ve milli nükleer santral teknolojilerini geliştirmeye yönelik çabalarıdır. Özellikle 2020'lerin başında, Türkiye nükleer enerjiyi yalnızca bir enerji kaynağı olarak değil, aynı zamanda sanayi ve teknoloji alanında stratejik bir araç olarak değerlendirmeye başlamıştır. Bu bağlamda, Türkiye, nükleer enerjiye dair yerli sanayinin güçlendirilmesi için çeşitli projeler başlatmıştır. Akkuyu Nükleer Santrali'nin inşasında yerli mühendislik ve teknoloji kullanımı hedeflenmiş ve bu proje ile Türkiye'nin nükleer enerjideki teknoloji bağımsızlığı artırılmak istenmiştir. Türkiye'nin nükleer enerji mevzuatındaki yerli teknolojilerin kullanımı ve millileştirilmesi üzerine yaptığı düzenlemeler, yalnızca enerji üretimini değil, aynı zamanda yerel istihdam ve sanayinin güçlenmesini de amaçlamaktadır. Bu çerçevede, Türkiye'nin nükleer enerji mevzuatındaki düzenlemeler, çevreye duyarlı, güvenli ve sürdürülebilir enerji üretimi için gerekli tüm önlemleri içermektedir (Yılmaz, 2018; Şahin ve Doğan, 2016).

8 Mart 2022 tarihinde yürürlüğe giren 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu, Türkiye'nin nükleer enerji sektöründeki yasal altyapısını güçlendirmiştir. Bu kanun, nükleer enerji ve iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin faaliyetlerin güvenli bir şekilde

yürütülmesini sağlamak amacıyla çalışanların, halkın, çevrenin ve gelecek nesillerin korunmasına yönelik ilke ve esasları belirlemiştir. Ayrıca, nükleer kazalar ve olası olaylardan kaynaklanan zararlarla ilgili hukuki sorumlulukları da düzenlemektedir. Kanunun 4. maddesi, nükleer tesislerin kurulmasından, işletilmesine ve sökülmesine kadar olan süreçlerin izin ve denetim esaslarını belirlerken, 10. maddesi tesislerin güvenliğini sağlamak için alınması gereken önlemleri ortaya koymaktadır. Ayrıca, 15. madde nükleer hadiselerden kaynaklanan zararlara ilişkin hukuki sorumlulukları düzenleyerek güvenlik önlemleri konusunda katı bir sistem geliştirilmiştir (Resmî Gazete, 2022). Bunların yanı sıra, 13 Eylül 2024 tarihinde yayımlanan “Nükleer Tesislerde Kayıt, Bildirim ve Raporlama Yönetmeliği” ile nükleer tesislerdeki faaliyetler daha şeffaf hale getirilmiştir. Bu yönetmelik, tesislerin faaliyetleri hakkında düzenli olarak raporlamaların yapılmasını ve her türlü olayın, faaliyetin kaydının elektronik sistemler aracılığıyla izlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu sayede nükleer tesislerin izlenebilirliği artırılmakta ve herhangi bir olumsuz durum meydana geldiğinde hızlı bir şekilde müdahale edilebilmektedir (Resmî Gazete, 2024a). 11 Haziran 2024 tarihinde yürürlüğe giren “Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik” ise nükleer tesislerin güvenliğini sağlamak amacıyla alınması gereken emniyet önlemlerini kapsamlı bir şekilde düzenlemiştir. Bu yönetmelik, tesislerde fiziksel güvenlik önlemlerinin artırılmasını, siber güvenlik tedbirlerinin alınmasını ve genel emniyet kültürünün tesis edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Özellikle, tesislerde fiziksel güvenlik için alınacak önlemler 6. madde ile belirlenmişken, siber güvenlik önlemleri 9. maddede ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca, bu yönetmelik, tesislerdeki tüm operasyonların güvenli ve düzenli bir şekilde yürütülmesi için gerekli tüm tedbirleri içermektedir (Resmî Gazete, 2024b). 1 Aralık 2022 tarihinde yayımlanan “Nükleer Tesislerde Organizasyon Yapısı ve Personel Yönetmeliği” ise nükleer tesislerde çalışacak personelin nitelikleri, görev tanımları ve eğitim süreçleri hakkında düzenlemeler getirmiştir. Bu yönetmelik, personelin görevlerini etkin bir şekilde yerine getirebilmesi için gerekli olan asgari eğitim ve niteliklerini belirlemiş ve sürekli eğitim programlarına katılımı zorunlu kılmıştır. Bu sayede, nükleer tesislerde çalışacak tüm personelin hem güvenlik hem de teknik açıdan yüksek standartlara sahip olmasını sağlamak hedeflenmiştir (Resmî Gazete, 2022b).

Tüm bu mevzuat ve düzenlemeler, Türkiye'nin nükleer enerjiye dair politika ve

stratejilerinin temeli olarak, hem iç hukuka hem de uluslararası güvenlik standartlarına uygun bir şekilde şekillenmiştir. Bu süreçte, Türkiye'nin nükleer enerji politikaları yalnızca enerji üretiminde çeşitliliği artırmaya yönelik değil, aynı zamanda çevresel etkilerin minimize edilmesi ve halk sağlığının korunması açısından da önemli adımlar atmaktadır. Türkiye, nükleer enerji alanındaki mevzuatını sürekli olarak güncelleyerek, hem ulusal düzeyde hem de uluslararası düzeyde kabul gören güvenlik ve çevresel sürdürülebilirlik standartlarına ulaşmayı hedeflemektedir.

2.10. Türkiye'nin Genel Enerji Dengesi: Geçmişten Günümüze Geniş Bir Bakış

Türkiye'nin enerji talebi göz önüne alındığında büyük oranda dışa bağımlı olduğu ve buna bağlı olarak enerji arz güvenliğinde ekonomik olarak kayda değer bir bütçe ayıran bir ülke olduğu görülmektedir. Türkiye'nin enerji görünümüne göre 2022 yılında birincil enerji talebi 157,7 milyon ton eşdeğer petrole (TEP) karşılık gelmiştir ve bu değer enerji talebinde %68'lik payda dışa bağımlı olduğunu göstermektedir. 2024 yılına gelindiğinde, Türkiye'nin enerji üretiminde yerli kaynakların payı artmış ve enerji ithalatı azalmıştır. Özellikle Gabar Dağı'ndaki petrol üretiminin artmasıyla, ham petrol ithalatı 2024 yılının Ekim ayında bir önceki yılın aynı ayına göre yaklaşık %26,3 azalarak 2 milyon 180 bin tona gerilemiştir (İklim Enerji, 2022; Haberler.com, 2024).

Türkiye elektrik enerjisi tüketimi 2024 yılında bir önceki yıla göre %3,8 oranında artarak 347,9 TWh, elektrik üretimi ise bir önceki yıla göre %5,4 artarak 348,9 TWh olarak gerçekleşmiştir. Türkiye Ulusal Enerji Planı çalışmasının sonuçlarına göre elektrik tüketiminin 2025 yılında 380,2 TWh, 2030 yılında 455,3 TWh, 2035 yılında ise 510,5 TWh seviyesine ulaşması beklenmektedir. 2024 yılında elektrik üretimimizin, %35,2'si kömürden, %18,9'u doğal gazdan, %21,5'i hidroelektrik enerjiden, %10,5'i rüzgardan, %7,5'i güneşten, %3,2'si jeotermal enerjiden ve %3,2'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir. 2025 yılı Mart ayı sonu itibarıyla Türkiye'nin kurulu gücü 118.185 MW'a ulaşmış olup kaynaklara göre dağılımı; %27,3'ü hidroelektrik enerji, %20,8'i doğal gaz, %18,6'sı kömür, %11,2'si rüzgâr, %18,5'i güneş, %1,5'i jeotermal ve %2,3'ü ise diğer kaynaklar şeklindedir. Ayrıca elektrik enerjisi üretim santrali sayısı, 2025 yılı Mart ayı sonu itibarıyla 35.160'a (Lisanssız santraller dâhil) yükselmiştir. Mevcut santrallerin 768 adedi hidroelektrik, 72 adedi kömür, 376 adedi rüzgâr, 66 adedi jeotermal, 333 adedi doğal gaz, 33.086 adedi güneş,

459 adedi ise diğerkaynaklı santrallerdir (ETKB, 2025).

Türkiye'nin enerji ihtiyacı, sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı ile birlikte yıllar içinde hızla yükselmiştir. 20. yüzyılın başlarında tarıma dayalı bir ekonomiye sahip olan Türkiye, düşük enerji tüketimi ile dikkat çekerken, 1950'lerden itibaren sanayileşme hamleleriyle birlikte enerji talebinde önemli artışlar yaşamıştır (Yılmaz, 2018). Özellikle 1980 sonrası serbest piyasa ekonomisine geçiş ve sanayi üretiminin büyümesi, Türkiye'nin enerji talebini hızla artırmıştır.

Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye'nin enerji tüketimi büyük ölçüde odun, kömür ve hidroelektrik kaynaklardan karşılanırken, 1970'li yıllarda petrol tüketimi ön plana çıkmıştır. Ancak, 1973 Petrol Krizi ile birlikte dışa bağımlılığın getirdiği ekonomik riskler görülmüş ve enerji çeşitliliği sağlanması adına yerli kömür ve hidroelektrik enerjiye yönelim hızlanmıştır (Çalışkan, 2009).

2.11.Enerji Arz Güvenliği

Enerji arz güvenliği, ekonomik gelişmeleri ve ulusal güvenliği büyük ölçüde etkileyen kritik bir konsepttir. Bu bağlamda, her ülkenin enerji ihtiyaçlarını kesintisiz, güvenilir, uygun maliyetli, çevre dostu ve çeşitli kaynaklardan karşılayabilmesi hayati bir gerekliliktir. Enerji arz güvenliği kapsamında düşünülen, enerji altyapısına yönelik terör saldırılarından kaynaklanan risklerden doğal afetlerin neden olabileceği kesintilere, yatırım eksikliklerinden ambargolara, grevlerden iç savaşlara kadar geniş bir yelpaze içerisinde değerlendirilmesi gereken bir konsepttir (Pamir, 2007). Enerji arz güvenliği kavramı, mevcut enerji kaynaklarına erişimde ortaya çıkabilecek ani sıkıntılardan, enerji talebinin artması sonucu kaynakların yetersiz kalması durumlarına kadar geniş bir spektrumu kapsar.

Türkiye, enerji konusunda çeşitli birincil kaynaklara sahip olsa da, enerji bakımından zengin bir ülke değildir. Fosil yakıt rezervleri arasında taşkömürü, linyit, ham petrol, doğal gaz, uranyum ve toryum bulunmaktadır. Bununla birlikte, sahip olunan kaynaklar, ülkenin enerji talebini karşılamak için yetersizdir. 2024 yılı itibarıyla Türkiye'nin toplam petrol tüketimi yaklaşık 30,8 milyon ton olarak gerçekleşmişken, bu tüketimin yalnızca %10'u yerel kaynaklardan karşılanmaktadır. Benzer şekilde, doğalgaz tüketimi de yaklaşık 52,9 milyar metreküp civarındayken, bunun yalnızca %3'ü iç kaynaklardan temin edilmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024). Bu durum, Türkiye'nin enerji arz güvenliği açısından büyük bir dışa bağımlılık riski

taşımasına neden olmaktadır.

Son yıllarda, bu bağımlılığın azaltılması amacıyla yerli enerji kaynaklarının artırılmasına yönelik çeşitli projeler başlatılmıştır. Özellikle, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Gabar Dağı'nda yapılan petrol arama faaliyetleri, Türkiye'nin yerli enerji üretiminin artırılması açısından önemli bir gelişme olarak öne çıkmaktadır. Gabar Dağı'nda yapılan keşiflerle, 2024 yılı sonunda günlük 100 bin varil seviyesinde yerli petrol üretimi hedeflenmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024). Bu miktar, Türkiye'nin toplam petrol tüketiminin yaklaşık %10'unu karşılayabilecek bir seviyeye denk gelmektedir.

Enerji politikalarının belirlenmesinde temel adım, enerji talep tahminlerinin doğru yapılmasından geçer. Bu tahminler, büyüme hızı, nüfus artışı, enerji fiyatları, teknolojik gelişmeler, enerji tasarrufu ve tüketici davranışları gibi faktörlere dayanmalıdır. Enerji talep tahminlerinin sürekli güncellenmesi, doğru enerji politikalarının oluşturulması için önemlidir. Enerji politikaları, kaynakların sürekliliği, verimlilik, üretim ve tüketim yöntemleri gibi birçok faktörü dikkate almalıdır. Bu politikalar, ekonomik, sosyal, güvenlik ve çevresel boyutları da içermelidir (Uğurlu, 2007).

Türkiye'nin enerji arz güvenliği için, mevcut enerji kaynaklarını çeşitlendirmesi ve üretimlerini artırması gerekmektedir. Kaynakların çeşitlendirilmesi, tek bir kaynağa olan bağımlılık riskini azaltır. Örneğin, doğalgaza olan bağımlılığı azaltmak için yerli kaynakların payını artırmak ve nükleer enerji üretimine geçmek önemlidir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanabilmesi için yasal düzenlemeler yapılmalı ve bu alanda yatırım yapacak olan girişimciler teşvik edilmelidir. Elektrik talebinin tamamını karşılamak mümkün olmasa da, yerli kaynakların payının artırılması enerji arz güvenliği ve dışa bağımlılığın azaltılması açısından büyük bir öneme sahiptir (Satman, 2007).

Enerji kaynakları açısından sınırlı olan ve bu nedenle büyük ölçüde dışa bağımlı olan ülkeler, özellikle petrol, doğalgaz ve diğer birincil enerji kaynaklarının fiyat dalgalanmalarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Türkiye gibi enerji ithalatına bağımlı ülkeler, enerji fiyatlarındaki istikrarsızlıkla mücadele ederken, bu durum ülkenin dış ticaret dengesi ve cari açık sorunlarını derinden etkilemektedir. Yüksek enerji dışa bağımlılığı, enerji ithalatının yüksek maliyetleriyle birlikte Türkiye'nin ekonomik dengesizliklerle mücadele etmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, yerli

enerji kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması ve uzun vadeli olarak dışa bağımlılıktan kurtulmaya yönelik alternatif enerji yatırımlarının gerçekleştirilmesi, sadece enerji sektörünü değil aynı zamanda ülkenin genel ekonomik durumunu da olumlu bir şekilde etkileyecektir.

Enerji üretiminde yerli kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılması, Türkiye'nin enerji maliyetlerini düşürerek ekonomik rekabet gücünü artırabilir. Bu durum, enerji ithalatına bağımlılığın getirdiği mali yükü hafifletirken, aynı zamanda cari açığın azalmasına katkı sağlar. Alternatif enerji yatırımları ise sadece enerji arz güvenliğini artırmakla kalmayıp aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine de katkıda bulunabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yapılan yatırımlar, uzun vadede enerji maliyetlerini düşürebilir ve enerji arzını çeşitlendirerek dışa bağımlılığı azaltabilir.

3. NÜKLEER GÜVENLİK VE TEHDİTLER

Nükleer enerji, günümüzde hem enerji üretimi hem de çeşitli bilimsel ve teknolojik uygulamalar açısından önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu teknolojinin sunduğu imkânlarla birlikte, ciddi güvenlik risklerini de beraberinde getirdiği yadsınamaz bir gerçektir. Nükleer güvenlik, nükleer kazaların oluşmasını önlemeyi, meydana gelebilecek kazaların etkilerini en aza indirmeyi ve radyasyonun çalışanlar, halk ve çevre üzerindeki zararlı etkilerini engellemeyi amaçlayan bir kavramdır. Bu güvenlik anlayışı; reaktör çekirdeği kontrolünün kaybedilmesi, zincirleme nükleer tepkimelerin kontrol dışına çıkması veya herhangi bir kaynaktan radyasyon sızıntısı gibi olasılıkları da dikkate alarak, hem olağan hem de olağanüstü durumlarda kapsamlı bir risk değerlendirmesi yapılmasını gerektirir (Gençay, Cantürk ve Özsoy, 2019). Bu bağlamda, nükleer güvenlik yalnızca teknik bir konu olmanın ötesine geçerek, ulusal güvenlik, çevresel koruma, halk sağlığı ve uluslararası ilişkiler gibi pek çok alanla doğrudan bağlantılı hale gelmiştir. Özellikle 21. yüzyılda artan jeopolitik gerilimler, terör örgütlerinin teknolojik imkânlara ulaşma potansiyeli, siber saldırılar ve insan hatasına bağlı kazalar, nükleer güvenliği daha da karmaşık bir sorun haline getirmiştir. Ayrıca, teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, güvenlik açıklarının da çeşitlenmesi ve derinleşmesi, bu alanda sürekli güncellenen ve çok boyutlu stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla nükleer güvenlik, hem mevcut tehditlerin hem de gelecekte ortaya çıkabilecek risklerin önceden öngörülerek önlenmesini amaçlayan kapsamlı bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

3.1. Türkiye'nin Nükleer Enerji Stratejisi ve Güvenlik Kaygısı

Günümüzde enerji, bir ülkenin ekonomik kalkınması, toplumsal refahı ve endüstriyel kapasitesi için kilit bir unsur haline gelmiştir. Bu çerçevede, enerji politikalarının oluşturulması ve uygulanması, ulusal çıkarların korunmasında stratejik bir öneme sahiptir. Türkiye, artan enerji talebi ve arz güvenliği ihtiyacı karşısında, enerji kaynaklarını çeşitlendirme politikalarına hız vermiştir. Türkiye'nin enerji güvenliği stratejisi sadece enerji teminini değil, aynı zamanda jeopolitik konumunu güçlendirmeyi ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmayı da kapsamaktadır. Bu bağlamda nükleer enerji, hem yerli ve milli kaynakları çeşitlendirme hedefiyle hem de düşük karbon salımıyla Türkiye'nin uzun vadeli enerji arz güvenliği politikalarında önemli

bir yer tutmaktadır (Altundeger, 2020). Nükleer enerji ve enerji güvenliği üzerine yapılan bir çalışmada, nükleer enerji stratejilerinin, ülkelerin enerji arz güvenliğini sağlamadaki kritik rolü vurgulanmıştır. Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin temelinde, sürdürülebilir enerji arzının güvence altında alınması ve enerji bağımsızlığının artırılması yatmaktadır. Geleneksel enerji kaynaklarına olan bağımlılığın artırılması, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve enerji arzının çeşitlendirilmesi hedefleri, Türkiye'yi nükleer enerjiye yönlendiren faktörler arasında bulunmaktadır. Ancak, bu stratejinin bir yönüyle başarıya ulaşması diğer yönüyle de güvenlik kaygılarına yol açmaktadır. Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin ulusal güvenlik üzerindeki etkileri, IEA raporlarında, enerji bağımsızlığının artırılması için nükleer enerji kullanımının önemine dikkat çekilmektedir (IEA, 2022).

Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin öne çıkardığı bir diğer önemli konu, enerji arz güvenliğinin ulusal savunma ve jeopolitik dengeyle bağlantılı olduğu gerçeğidir. Nükleer enerji tesisleri, teknik ve operasyonel karmaşıklığı nedeniyle potansiyel güvenlik riskleri barındırmaktadır. Bu risklerin yanı sıra, uluslararası ilişkiler bağlamında nükleer enerjinin kullanımı, ülkeler arasındaki stratejik dengeleri de etkileyebilir. Çeşitli çalışmalarda, nükleer tesislerin güvenlik önlemleri ve siber güvenlik tehditlerine karşı alınan önlemler detaylandırılmakta ve uluslararası işbirliğinin bu bağlamda kritik olduğu belirtilmektedir (Stimson Center, 2023).

Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin ortaya çıkardığı güvenlik kaygıları, hem ulusal hem de uluslararası boyutta değerlendirilmelidir. Ulusal düzeyde, nükleer enerjinin kullanılmasıyla ilgili teknik ve operasyonel güvenlik mekanizmalarının güçlendirmesi, çevresel risklerin en aza indirilmesi ve nükleer enerji tesislerinin terör saldırılarına karşı korunması gibi konular öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin nükleer enerji stratejisi, enerji üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak adına güvenlik odaklı bir çerçeve oluşturmaktadır.

Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin temelinde yatan temel güvenlik kaygısı, teknik ve operasyonel güvenliktir. Nükleer enerji tesislerinin karmaşıklığı, olası kazaların ve radyoaktif sızıntıların ciddi sonuçlar doğurabileceği bir ortam yaratmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin başarıya ulaşabilmesi için, teknik güvenlik önlemlerinin etkin bir şekilde uygulanması ve sürekli bir denetim sürecinin benimsenmesi gerekmektedir (WNA, 2024).

Teknik güvenliğin yanı sıra, Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin ikinci önemli

güvenlik boyutu, ulusal güvenliği tehdit eden terör saldırılarıdır. Nükleer enerji tesisleri, potansiyel olarak büyük çaplı felaketlere yol açabilecek hedeflerdir. Bu nedenle, tesislerin terör saldırılarına karşı etkili bir şekilde korunması ve güvenlik önlemlerinin sürekli olarak güncellenmesi önemlidir (Artantaş, 2024).

Türkiye, nükleer güvenlik kaygılarına karşı çeşitli önlemler almaktadır. Ulusal düzeyde, nükleer enerji tesislerinin teknik güvenliğini artırmak için önemli adımlar atılmaktadır. Denetim mekanizmaları güçlendirilmekte, ulusal uzmanlık ve eğitim programları ile personelin teknik bilgi düzeyi artırılmaktadır. Ayrıca, Türkiye IAEA ile sıkı işbirliği yaparak uluslararası standartlara uyum sağlamayı hedeflemektedir. Denetim süreçleri ve bilgi paylaşımı, uluslararası toplumla entegrasyonu artırılarak Türkiye'nin nükleer güvenlik konusundaki taahhütlerini göstermektedir.

Uluslararası düzeyde ise, Türkiye'nin nükleer enerji stratejisinin bölgesel ve küresel güvenlik dinamikleri üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalıdır. Nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması, uluslararası işbirliği ve denetim mekanizmalarının etkin bir şekilde işletilmesi, Türkiye'nin bu alandaki kararlarını uluslararası toplumda uyumlu hale getirmek açısından önemlidir. Aynı zamanda, bölgesel güvenlik dengelerini etkileyebilecek potansiyel risklere karşı proaktif bir strateji izlemesi hayati önem arz etmektedir.

Dünya, enerji ihtiyacını karşılamak, ekonomik kalkınmayı sürdürmek ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak adına nükleer enerji stratejilerini önemli bir gözden geçirme sürecindedir. Bu stratejiler, enerji talebinin karşılanması ve karbon salınımının azaltılması amacıyla birçok ülke tarafından benimsenmiştir. Ancak, dünya genelindeki nükleer enerji stratejilerinin uygulanması sürecinde ortaya çıkan güvenlik kaygıları, bu stratejilerin başarıya ulaşabilmesi için önemli bir engel oluşturmaktadır. Nükleer enerji stratejilerinin dünya genelindeki uygulanması, teknik ve operasyonel güvenlikle ilgili önemli sorumlulukları da beraberinde getirmektedir.

3.2. Nükleer Güvenlik Kavramı ve Önemi

Türk Dil Kurumu tarafından yapılan tanımlamaya göre güvenlik, “toplum yaşamında yasal düzenin aksamadan yürütülmesi, kişilerin korkusuzca yaşayabilmesi durumu, emniyet” tir (TDK, 2025). Güvenlik kavramıyla soyut olarak kastedilmek istenen ve anlaşılan şey korunaklı olma hâli olmuştur (Vural, 2018: 22). Güvenlik kavramı barış ile yakından ilgili olmakla birlikte ulus devlet, devlet üstü ve devlet dışındaki aktörler

için olağanüstü tedbirler almayı gerekli kılan bir değerdir. Nükleer enerji kavramı göz önüne alındığında ise güvenlik terimi çok fonksiyonlu disiplin haline gelmiştir. Nükleer enerji, fosil yakıtlara nazaran çevreye verdiği etkilere bakıldığında çok daha az etkiler göstermektedir. Ancak olası bir kaza sonrası sonuçlarına tüm dünya katlanmak durumunda kalabilir. Dünya, ABD'nin 1945'te Nagazaki ve Hiroşima'ya attığı atom bombaları ile nükleer çağa girmiş ve bu tarihten sonra nükleer araştırma ve geliştirme çalışmaları artmıştır.

Tablo 3.1'de Dünya'da gerçekleşen nükleer kazalar özetlenmiştir. Bu kazalar içerisinde 1986 yılında gerçekleşen Çernobil Nükleer Kazası çok büyük etkilere sebep olmuş olup milyonlarca insanın etkilenmesine neden olmuştur. Görüldüğü üzere nükleer kazalar çok az sayıda gerçekleşmiştir. Ancak, olası kazanın riski geniş coğrafyalara dağılabilmektedir.

Tablo 3.1 Dünyada Meydana Gelen Nükleer Kazalar (Ergün, Atay Polat 2012)

Yıl	Yer	Kaza	Kazanın Etkileri
1957	İskoçya	Windscale Nükleer Reaktör Kazası	Çevreye yayılan radyasyon seviyesi hayati bir tehlikeye neden olmamıştır.
1979	ABD	There Mile Island Nükleer Santral Kazası	Çevreye yayılan radyasyon seviyesi hayati bir tehlikeye neden olmamıştır.
1986	SSBC	Çernobil Nükleer Kazası	Radyasyon Türkiye ve Avrupa ülkelerine yayılmıştır.
2011	Japonya	Fukişima Nükleer Santral Kazası	Radyasyon 20 km çapındaki alana yayılmıştır.

Nükleer enerji santrallerinin kurulmasından, kullanım ömrünü tamamladıktan sonra kapatılmasına kadar geçen tüm aşamalar, çevresel güvenlik açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Santral faaliyeti sona erse dahi, ortaya çıkan nükleer atıkların uzun yıllar boyunca güvenli biçimde depolanması gerekmektedir. Meydana gelebilecek kazalarla birlikte oluşabilecek radyoaktif sızıntılar ve atık yönetimi sorunları, ülkeleri bu alanda kapsamlı ve önleyici politikalar geliştirmeye zorlamaktadır. Ayrıca, nükleer kazaların sınır ötesi etkileri de dikkate alındığında, enerji politikalarının sadece ulusal değil, bölgesel ve küresel düzeyde çevresel ve insani güvenliği esas alacak biçimde şekillendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda modern nükleer reaktörlerin kaza riskinin devam ettiğini, nükleer yakıt döngüsünün büyük miktarda su tükettiğini ve atık depolama alanlarının doğal çevre üzerinde olumsuz etkileri olduğunu

görülmektedir (Savacool, 2011, s. 124)

Nükleer güvenlik, nükleer materyallerin ve tesislerin korunmasını sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir; bu, uluslararası barış ve güvenliğin korunmasında hayati bir rol oynamaktadır. Nükleer silahların yayılması, uluslararası tehditler oluştururken, güvenlik önlemleri bu silahların kontrol altında tutulmasını ve yayılmasının engellenmesini sağlar. Ayrıca, nükleer kazaların ciddi sonuçlar doğurabileceği gerçeği, etkili acil durum yönetimi ve kaza önleme stratejilerinin uygulanmasını zorunlu kılar. Güvenli nükleer enerji üretimi, çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasına yardımcı olurken, kamu güvenliğini artırarak toplumların nükleer enerjiye olan tutumlarını olumlu yönde etkiler. Dolayısıyla, devletlerin ve uluslararası kuruluşların nükleer güvenlik önlemlerine sürekli yatırım yapmaları ve işbirliklerini güçlendirmeleri gerekmektedir (Gençay, Cantürk ve Özsoy, 2019).

3.3. Nükleer Tehdit Türleri

Tehdit, bir kimseyi, gelecek herhangi bir tehlike ile korkutma olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2025). Nükleer tehdit ise, 20. yüzyılın ortalarından itibaren uluslararası güvenlik alanında önemli bir tartışma konusu olmuştur. Hem devletlerarası çatışmalar hem de terörist grupların nükleer silah edinme çabaları, küresel barışı tehdit etmektedir. Nükleer silahların yayılması, bu tehditleri artıran en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmekte ve buna karşı önlemler alınması, tüm dünya ülkeleri için bir zorunluluk haline gelmektedir.

3.3.1. Nükleer Terörizm

Nükleer terörizm, bireylerin ya da terör örgütlerinin siyasi ya da ekonomik hedefler doğrultusunda, nükleer veya kimyasal silahları kitlesel can kaybına neden olmak, çevreye zarar vermek ya da toplumsal korku ve panik yaratmak amacıyla kullanmaları ya da bu silahları kullanma tehdidinde bulunmaları şeklinde tanımlanmaktadır (Erten, 2008). Bu tür bir tehdit, terörist grupların doğrudan bir nükleer silah edinmesiyle gerçekleşebileceği gibi, daha düşük teknoloji gerektiren “kirli bomba” (radiological dispersal device – RDD) kullanımıyla da ortaya çıkabilir. Kirli bombalar, patlayıcı bir cihazla birlikte radyoaktif maddelerin yayılmasını amaçlayan araçlardır ve hem fiziksel zarar hem de psikolojik korku yaratmak amacıyla kullanılabilir. Nükleer terörizm, özellikle yüksek radyoaktif materyallerin güvenliğinin sağlanamaması

durumunda ciddi bir ulusal ve uluslararası tehdit haline gelmektedir.

3.3.2. Nükleer Silahların Yayılması (Proliferasyon)

Nükleer silahların yayılması, nükleer kapasiteye sahip olmayan devletlerin ya da grupların bu teknolojiyi edinmeye yönelik girişimlerini ifade eder. Bu durum, özellikle Soğuk Savaş sonrası dönemde, nükleer teknolojiye erişimin görece kolaylaşmasıyla daha büyük bir tehdit halini almıştır. Proliferasyon, yalnızca yeni aktörlerin nükleer silah edinmesini değil, aynı zamanda mevcut silahların modernizasyonunu ve nükleer stratejilerin yeniden şekillenmesini de kapsamaktadır. Bu durum, uluslararası güvenlik dengesini bozmakta ve bölgesel çatışmaların nükleer boyuta evrilmesi riskini artırmaktadır. Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (NPT), bu tehdide karşı uluslararası toplumun geliştirdiği en önemli hukuki çerçeveyi oluştursa da, antlaşmanın bağlayıcılığı ve yaptırım gücü zaman zaman sorgulanmaktadır. Ayrıca nükleer silahların yayılması, kitle imha silahlarının çok sayıda insana zarar verebilmesi ve etkisinin medya aracılığıyla dünya çapında yayılması teröristlere çok büyük bir avantaj sağlamaktadır (Erten, 2008).

3.3.3. Nükleer Kazalar

Nükleer kazalar, insan hatası, teknik arıza ya da doğal afetler sonucu nükleer tesislerde meydana gelen ve büyük çevresel ve toplumsal yıkıma neden olabilecek olaylardır. Bu tür kazalar yalnızca yerel değil, küresel düzeyde de etkiler yaratabilir. Tarihteki en çarpıcı örneklerden biri olan 1986 Çernobil felaketi, nükleer güvenlik açıklarının nedenli yıkıcı olabileceğini gözler önüne sermiştir. Benzer şekilde, 2011 yılında Japonya'da yaşanan Fukushima Daiichi nükleer kazası, doğal afetlerin nükleer tesisler üzerindeki etkisine dikkat çekmiştir (IAEA, 2015). Bu tür kazalar, kamuoyunda nükleer enerjiye olan güveni azaltmakta ve nükleer tesislerin güvenlik protokollerinin sıkılaştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, kazaların ardından ortaya çıkan uzun vadeli radyolojik etkiler, halk sağlığı ve çevre üzerinde kalıcı zararlar bırakmaktadır.

3.3.4. Nükleer Maddelerin Yasa Dışı Ticareti ve Kaçakçılığı

Nükleer ya da radyoaktif maddelerin yasa dışı ticareti, devlet dışı aktörlerin bu maddelere erişim riskini artırarak küresel güvenlik açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Bu tehdit, özellikle zayıf denetim sistemlerinin bulunduğu ülkelerde daha belirgindir. Nükleer materyallerin yasa dışı yollarla ele geçirilmesine dair ilk vakalar arasında, 1994 yılında Çek Cumhuriyeti'nde bir nükleer santralden yaklaşık 3 kilogram ve 1997 yılında Litvanya'dan 50 kilogram yüksek düzeyde zenginleştirilmiş uranyumun çalınması olayları dikkat çekmektedir (Erten, 2008). IAEA, radyoaktif maddelerin takibini sağlamak ve kaçakçılığın önlenmesine yönelik denetim mekanizmalarını güçlendirmek adına çeşitli programlar yürütmektedir. Ancak bu çabaların etkinliği, ülkelerin iç denetim kapasitelerine ve uluslararası iş birliğine olan bağlılıklarına bağlıdır. Yasa dışı ticaret yalnızca nükleer silahların geliştirilmesi için değil, aynı zamanda kirli bomba üretimi gibi düşük teknoloji gerektiren tehditlerin oluşması açısından da büyük risk taşımaktadır (GAO, 2012).

3.4. Uluslararası Güvenlik Mevzuatları ve Türkiye'nin Uyumu

Uluslararası nükleer güvenlik alanında temel düzenleyici çerçeve, IAEA'nın yayımladığı güvenlik standartları, Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi kararları, NATO'nun stratejik doktrinleri ve Avrupa Birliği mevzuatları etrafında şekillenmektedir. Bu mevzuatlar, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikteki rolünün uluslararası arenada kabul görmüş norm ve standartlara uygun olarak yapılandırılmasını hedeflemektedir (IAEA, 2014; NATO, 2018).

Türkiye, uluslararası nükleer düzenlemelere uyum ve iş birliği konusunda seçici bir yaklaşım sergilemektedir. 1980 yılında IAEA ile Teknik Yardım Sağlanmasına İlişkin Gözden Geçirilmiş Ek Sözleşme'yi (RSA) imzalayarak teknik iş birliğini güvenlik, emniyet ve barışçıl kullanıma odaklanarak düzenlemiştir. Bunu takiben 1985 yılında 'Nükleer Malzemenin Fiziksel Korunması Sözleşmesi'ni ve 1991'de 'Nükleer Kazanın Erken Bildirimi' ile 'Nükleer Kaza veya Radyolojik Acil Durumda Yardım' sözleşmelerini onaylamıştır. Ayrıca, nükleer silahların yayılmasının önlenmesi ve nükleer testlerin yasaklanması konularında da 1965'te 'Kısmi Nükleer Test Yasağı Antlaşması', 1979'da 'Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması' (NPT) ve 2000'de 'Kapsamlı Nükleer Test Yasağı Antlaşması'nı (CTBT) onaylayarak aktif

rol oynamıştır (Artantaş, 2024).

Nükleer sorumluluk alanında ise Türkiye, OECD'nin 1961 tarihli 'Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahıs Sorumluluğuna İlişkin Paris Sözleşmesi'ni ve protokollerini hızlıca onaylamış, ancak 2007 yılında 'Viyana ve Paris Sözleşmeleri Uygulama Ortak Protokolü'nü kabul ederek sorumluluk rejimini Paris Sözleşmesi ekseninde tutmuştur. Bu tercih, daha katı sorumluluk şartları içeren Viyana Sözleşmesi hükümlerinden kaçınmayı sağlamaktadır. Türkiye, Akkuyu Nükleer Santrali gibi projelerde özellikle Rusya ile stratejik iş birlikleri geliştirmiş, 2009-2010 yıllarında nükleer güvenlik, acil durum müdahalesi ve tesis denetimi konularında önemli anlaşmalar yapmıştır. Japonya ile de Sinop Projesi çerçevesinde 2013 yılında iki taraflı iş birliği anlaşmaları imzalanmıştır. Ulusal düzenleyici kurum Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK), 2008'de Euratom ile, 2023'te ise Rusya'nın Rostekhnadzor ile iş birliği protokolleri imzalamış, böylece uluslararası standartların yerel uygulamalara entegrasyonunu sağlamıştır (Artantaş, 2024).

Öte yandan Türkiye, Viyana Sözleşmesi ile bağlantılı ek protokollere taraf olmamayı tercih etmiş, böylece daha ağır yükümlülükler ve hukuki uyumsuzlukların zorunlu çözümüne ilişkin maddelerden kaçınmıştır. Ayrıca, OECD'nin Brüksel Ek Sözleşmesi'ne de katılmamış, bu da tazminat sorumluluğunda artışın önüne geçmiştir. Nükleer güvenlik ve acil durum müdahalesi alanlarında, Çernobil kazası sonrası uluslararası sözleşmelere taraf olarak erken önlemler almış ve bu tutumu ulusal mevzuatına yansıtmıştır. Ancak, nükleer teknolojinin çevresel etkilerine ilişkin uluslararası sözleşmelere katılım konusunda daha çekingen davranmış, özellikle Espoo, Aarhus ve Kiev protokollerine taraf olmaktan kaçınmıştır. Bu yaklaşım, nükleer projelerin çevresel değerlendirme süreçlerini ve kamu katılımını sınırlayarak projelerin hızlanmasını ve maliyetlerin düşmesini amaçlamaktadır (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2024). Türkiye, Avrupa Nükleer Güvenlik Düzenleyicileri Grubu'nda (ENSREG) gözlemci statüsünde bulunmakta, Uluslararası Nükleer Güvenlik İş Birliği Aracı (INSC) projesinde yer almakta ve Nükleer Düzenleme Kurumu vasıtasıyla OECD Nükleer Enerji Ajansı'nın Çok Uluslu Tasarım Değerlendirme Programı (MDEP) üyesidir. Ayrıca, VVER tipi reaktörlerin kullanıcılarının bilgi ve deneyim paylaştığı WWER Forumu'nda gözlemci statüsüne sahiptir (NDK, 2024). 2015 yılından bu yana Kuzey Kore'nin nükleer programı, İran'ın nükleer faaliyetleri ve Orta Doğu'daki gerilimler Türkiye'nin ulusal nükleer güvenlik stratejilerini gözden

geçirmesine neden olmuştur. Bu süreçte, kolluk kuvvetlerinin görev ve yetki tanımlamalarının uluslararası standartlarla uyumunun sağlanması için yeniden yapılandırma ve eğitim süreçlerine önem verilmiştir. Uluslararası toplantılar, simülasyon tatbikatları ve bilgi paylaşım platformları, Türkiye’de kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikte uluslararası normlara uygun müdahale yetkinliğini artırmayı hedefleyen temel adımlar olarak öne çıkmaktadır.



4. KOLLUK KUVVETLERİNİN NÜKLEER GÜVENLİKTEKİ ROLÜ

Nükleer güvenlik, yalnızca teknolojik altyapı ve mühendislik önlemleri ile sınırlı kalmayıp, aynı zamanda güvenlik tehditlerine karşı çok disiplinli bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu kapsamda kolluk kuvvetleri, nükleer tesislerin fiziksel güvenliğinin sağlanması, sabotaj ve izinsiz erişim girişimlerinin önlenmesi, acil durum yönetimi ve çevresel güvenliğin temini gibi kritik görevleri üstlenmektedir. Ulusal güvenlik stratejileri doğrultusunda geliştirilen nükleer güvenlik politikalarının etkin şekilde uygulanabilmesi, ilgili kolluk birimlerinin yasal yetkileri, operasyonel kapasitesi ve kurumsal iş birliği düzeyiyle doğrudan ilişkilidir.

4.1. Kolluk Kuvvetleri ve Görev Tanımları

Dünyada farklı ülkelerde çeşitli isimler adı altında faaliyet gösteren kolluk kuvvetleri, genellikle halkın güvenliğini sağlamak, düzeni korumak, yasalara uygunluğu denetlemek, suçları önlemek, soruşturmak ve doğal afetlerde zarar gören kesime fedakarca yardımda bulunmak gibi çeşitli görevleri yerine getiren resmi güvenlik kurumlarıdır (Ergül, 2008). Kolluk teşkilatı dünyada farklı ülkelerde ihtiyaç durumuna göre farklı teşkilatlanmalara sahiptir.

Tablo 4.1 Dünya’da Bazı Ülkelere Ait Silahlı Genel Kolluk Kuvvetleri

Ülkeler	Kolluk Kuvvetleri
Amerika Birleşik Devleti	Federal Bureau of Investigation (FBI)
Birleşik krallık	Metropolitan Police Service
Fransa	Police Nationale
Almanya	Bundespolizei
Japonya	National Police Agency
Kanada	Royal Canadian Mounted Police (RCMP)
İtalya	Polizia di Stato
Hindistan	Central Bureau of Investigation (CBI)

Türkiye’de ise Emniyet Teşkilatı Kanunu (ETK) madde 3’e göre, yurt içinde emniyet ve düzeni korumakla görevli devlet güçleri, genel kolluk ve özel kolluk olarak ikiye ayrılmaktadır. Silahlı genel kolluk kuvveti olarak Jandarma Genel Komutanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Sahil Güvenlik Komutanlığı olmak üzere üç teşkilat

vardır. Bu üç teşkilatın en önemli ortak amacı emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlamak, devlete, millete, topluma, mal ve eşyalara yönelik tehlike, kaza ve sabotajları hukuka uygun önlemler sonucu emniyetini sağlamak ve topluma dirlik ve düzeni sağlamaktır (2803 sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu, 1984).

Tablo 4.2 Türkiye’de Silahlı Genel Kolluk Kuvvetleri

Kolluk Kuvveti	Bağlı Olduğu Kurum	Görev Alanı	Özel Yetkinlikler	Yasal Dayanak
Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM)	İçişleri Bakanlığı	Şehir içi güvenlik, suç önleme, trafik denetimi	Mülki ve Adli görevler	2559 sayılı PVSK, 3236 sayılı EGM Kanunu
Jandarma Genel Komutanlığı	İçişleri Bakanlığı	Kırsal asayiş, terörle mücadele, arama-kurtarma	Mülki, Adli ve Askeri görevler	2803 sayılı Jandarma Kanunu
Sahil Güvenlik Komutanlığı	İçişleri Bakanlığı	Deniz güvenliği, kaçakçılıkla mücadele	Mülki, Adli ve Askeri görevler	2692 sayılı Sahil Güvenlik Kanunu

4.1.1.Emniyet Genel Müdürlüğü

Emniyet Genel Müdürlüğü, kentsel bölgelerdeki umumi güvenliği sağlamak ve suçları önlemekle görevli olan kolluk kuvvetidir. Emniyet Teşkilatı'na bağlı olarak, il ve ilçelerde faaliyet gösteren emniyet müdürlükleri, karakollar ve çeşitli birimler aracılığıyla güvenlik operasyonları yürütür. 2559 Sayılı Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu'na göre polis, asayiş amme, şahıs, tasarruf emniyetini ve mesken masuniyetini korur. Halkın ırz, can ve malını muhafaza ve ammenin istirahatini temin eder. Yardım isteyenlerle yardıma muhtaç olan çocuk, alil ve acizlere muavenet eder. Kanun, Cumhurbaşkanlığı kararnameleri ve ilgili mevzuatın kendisine verdiği vazifeleri yapar.

Kanunlara, Cumhurbaşkanlığı kararnamelerine, yönetmeliklere, hükümet emirlerine ve kamu düzenine uygun olmayan hareketlerin işlenmesinden önce bu kanun hükümleri dairesinde önünü almak, işlenmiş olan bir suç hakkında Ceza

Muhakemeleri Usulü Kanunu ile diğer kanunlarda yazılı görevleri yapmak, genel görev ve sorumluluklarıdır (Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu md. 2, 1934).

4.1.2. Jandarma Genel Komutanlığı

2803 sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu'na göre Türkiye Cumhuriyeti Jandarması, emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan ve diğer kanunların ve Cumhurbaşkanlığı kararnamelerinin verdiği görevleri yerine getiren silahlı genel kolluk kuvvetidir. Jandarma Genel Komutanlığı İçişleri Bakanlığına bağlı bir kurumdur. Jandarma Genel Komutanlığına bağlı olan birliklerin mülki, adli ve askeri olmak üzere üç görevi bulunur (Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Kanunu, 1983).

Mülki görevleri, emniyet ve asayiş ile kamu düzenini sağlamak, korumak ve kollamak, kaçakçılığı men, takip ve tahkik etmek, suç işlenmesini önlemek için gerekli tedbirleri almak ve uygulamak, ceza infaz kurumları ve tutukevlerinin dış korunmalarını yapmaktır.

Adli görevleri, işlenmiş suçlarla ilgili olarak kanunlarda belirtilen işlemleri yapmak ve bunlara ilişkin adli hizmetleri yerine getirmektir.

Askeri görevleri, Kanunlarla ve Cumhurbaşkanlığı kararnameleriyle verilen askeri hizmetleri yerine getirmektir.

Jandarma Genel Komutanlığı, genellikle kırsal ve kırsal kesimde güvenliği sağlamak, asayiş korumak ve köylerdeki hukuk düzenini sağlamakla görevlidir. Jandarma, askeri ve sivil yetkilere sahip bir kolluk kuvvetidir. Polis teşkilatı bulunmayan yerlerde il, ilçe ve bucak jandarma komutanları ile jandarma karakol komutanları bu kanunda yazılı vazifeleri yapar ve yetkileri kullanırlar (Polis Vazife ve Salahiyet Kanunu, 1934).

Nükleer enerji santrallerinin çevreye verdiği zararlar ve halkın gözündeki negatifliği değerlendirildiğinde dünya genelinde şehir merkezlerinde uzak yerlere inşa edildiği görülmektedir. Bu durum da santrallerin güvenliğinin sağlanması, kritik tesis olması münasebetiyle meydana gelebilecek sabotajlara karşı emniyet tedbirleri alma görevi genellikle kırsal bölgelerin sorumluluğundaki kolluk kuvvetlerine bırakılmaktadır. Türkiye'de ise kırsal bölgelerin emniyet ve asayişinde sorumlu genel kolluk kuvveti Jandarma Genel Komutanlığı olup bu yetki ilin en büyük mülki amiri tarafından da değişikliğe uğrayabilir.

4.1.3. Sahil Güvenlik Komutanlığı

Sahil Güvenlik Komutanlığı, deniz kıyısı, limanlar ve denizde güvenliği sağlamak, kıyı güvenliğini korumak ve denizdeki olaylara müdahale etmekle görevlidir. Sahil Güvenlik, deniz ve kıyı güvenliğiyle ilgili operasyonları yürütür. İçişleri Bakanlığına bağlı silahlı genel kolluk kuvvetidir.

Sahil Güvenlik Komutanlığı, 1982 yılında kurulan ve görev tanımı 1982 tarihli Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu ile belirlenen, denizlerdeki asayişin sağlanmasında önemli bir rol üstlenen bir kurumdur.

2692 sayılı Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu'na göre, Sahil Güvenlik'in görevlerini ve yetkilerini detaylı şekilde düzenler. Sahil Güvenlik Komutanlığı'nın, Türkiye'nin kara suları, deniz sınırları ve kıyılarındaki güvenliği sağlamaktan sorumlu olduğunu belirtir. Dünyada faaliyetine devam eden birçok nükleer santral ve Türkiye'de devreye alınacak Akkuyu Nükleer Santrali denize, yakın olması sebebiyle Sahil Güvenlik Komutanlığı'nın görev ve sorumlulukları arasına girmektedir. Olası yakıt sızıntısı, santral soğutma ihtiyacının denizden karşılanması esnasında meydana gelebilecek kazalar, dışarıdan deniz yolu ile saldırı esnasında Sahil Güvenlik Komutanlığına bağlı kolluk görevlilerine sorumluluklar doğmaktadır. Aynı zamanda Deniz Kuvvetleri ile müşterek tatbikat ve eğitimlere katılmak da Sahil Güvenlik Komutanlığının diğer görevleri arasındadır (Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu md. 13, 1982).

4.1.4. Özel Kolluk Kuvvetleri

Özel kolluk kuvvetleri ise belirli bir alanın güvenliğini sağlamak üzere görevlendirilmiş olup, özel güvenlik görevlileri, belediye zabıtalrı ve gümrük muhafaza birimlerini içermektedir. 5188 sayılı Özel Güvenlik Hizmetlerine Dair Kanun çerçevesinde faaliyet gösteren özel güvenlik görevlileri, kamu veya özel mülklerin korunmasını sağlamakta ve belirli durumlarda genel kolluk ile iş birliği içinde çalışmaktadır (Özel Güvenlik Hizmetlerine Dair Kanun, 2004).

4.2. Türkiye’de Nükleer Güvenliğe Kırsal Kolluk Katkısı

Türkiye’de kolluk kuvvetlerinin görevleri göz önüne alındığında mülki görevler ve adli görevler olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Mülki görevler suçun veya düzensizliğin oluşmadan önce kolluk kuvvetlerinin önceden tedbir almakla yükümlü olduğu görevlerdir. 2803 Sayılı Jandarma Teşkilat, Görev ve Yetkileri Yönetmeliği’ne göre Jandarmanın genel olarak görev ve sorumluluk alanı, polis ve sahil güvenlik teşkilatının görev alanının dışı olup, bu alanlar il ve ilçe belediye sınırları dışında kalan ya da polis ve sahil güvenlik teşkilatı bulunmayan yerlerdir. Bu anlamda nükleer tesislerin bulunduğu konum göz önüne alındığında tesislerin kırsal kesimlerinde bulunması jandarma teşkilatı adına hayati bir mülki görev olarak değerlendirilmektedir. Jandarma teşkilatı nükleer tesislerin korunması, olası terör saldırılarının düzenlenmesi ve ortaya çıkabilecek çevresel faktörlerin vuku bulmaması için mülki görevler icra etmek ile sorumludur. 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanununa göre kurum denetçisi, denetim sırasında gerekli hâllerde mülki idare amirlerinden kolluk kuvveti talebinde bulunabilir. Bu durumda mülki idare amirleri ve kolluk kuvvetleri Kurum denetçilerine gereken desteği gecikmeksizin sağlar. Bu kapsamda kolluk kuvvetleri mülki amirin (illerde vali, ilçelerde kaymakam) talebi doğrultusunda nükleer tesislerde mülki görevlere tabi olması söz konusudur.

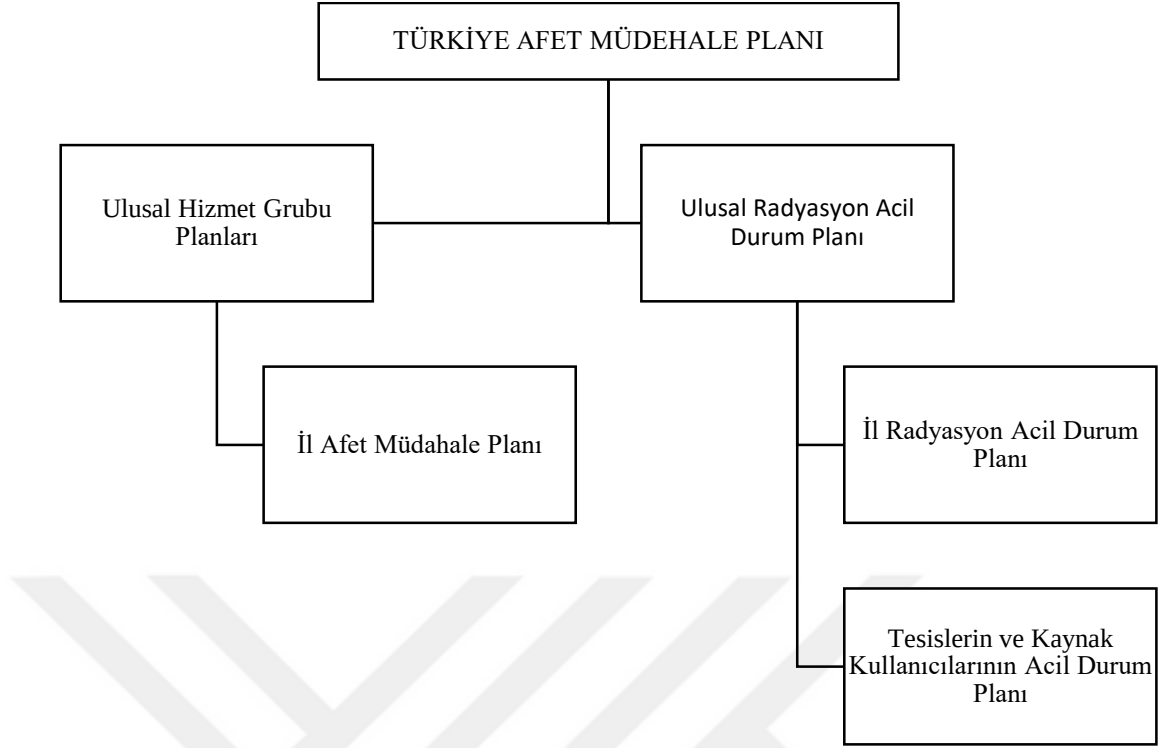
Kırsal güvenliği sağlamada görevli olan Jandarma, nükleer tesislerin güvenliği konusunda doğrudan bir görev üstlenmemekle birlikte, olası acil durumlar veya destek gerektiren güvenlik senaryolarında tamamlayıcı bir güç olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nde 2024 yılında Jandarma Komando Koruma Tabur Komutanlığı personeline yönelik KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer) eğitimi verilmiş; söz konusu eğitim, güvenlik birimlerinin nükleer tehditlere karşı hazırlıklı olmasını sağlamayı amaçlamıştır (Millî Savunma Bakanlığı, 2024).

Ayrıca nükleer faaliyetlerde ihtiyaç duyulan hammadde, atık ve ortaya çıkan güvenlik riskleri göz ardı edilmeyecek düzeyde asayiş olayıdır. Bu bağlamda nükleer faaliyetler, terör, sabotaj ve savaş durumlarında kamu düzeninin aksamasında önemli asayiş riskleri taşımaktadır. Kurulması planlanan nükleer tesislerde, ulusal güvenlik, kamu düzeni ve asayişe yönelik bu güvenlik riskleri ve tehditlerine açık hale gelmiş; bunlara yönelik tedbirler geliştirmesi ve alması zorunlu olmuştur.

4.3. Türkiye’de Nükleer Tesislerin Kolluk Kuvvetleri Tarafından Korunması

Bir nükleer faaliyet göz önüne alındığında ilk akla gelen nükleer santrallerin ortaya çıkardığı radyasyon ve olası kaza durumunda etki altına alınacak binlerce insan akıllara gelmektedir. Ancak 1945 yılında dünya bir nükleer çağa girmiş ve sadece amaç elektrik üretmek için nükleer santraller devreye almakla kalmamıştır. Dünyada gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler son yıllarda nükleer faaliyetler adı altında büyük yatırımlar yapmışlar ve yapmaya devam etmektedirler. Türkiye’de nükleer santral anlaşmalarına onay vermiş ve Akkuyu Nükleer Santralini elektrik üretmek için devreye alma çalışmalarına başlamıştır. Nükleer santraller kritik bir tesis konumuna sahip olduğundan mütevellit dış güvenliği ve iç güvenliği konusunda önemli tedbirlerin alınması ve bu tedbirlerin uygulandığına kanaat getirilmesinden sonra devreye alınması gerekmektedir. Bu nükleer sahaların güvenliği fiziksel güvenlik, radyolojik güvenlik, siber saldırılar, atık maddelerin bertarafı, olası saldırı durumları olmak üzere birçok önlemlere ihtiyaç duymaktadır.

Nükleer faaliyetlerin en büyük zararlarından bir tanesi radyasyona maruz kalınmasıdır. Radyasyon tesirinin minimize edilmesi ve etkilerinin en az canlı üzerinde tesir ettirilmesi için ülkelerin acil durum müdahale planları mevcuttur. Türkiye’de ise İçişleri Bakanlığı’na bağlı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı tarafından yürütülen Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı (URAP) mevcuttur. Ayrıca, Türkiye’de nükleer tesislerin güvenliği, yalnızca teknik sistemler ve özel güvenlik personeliyle değil, aynı zamanda kolluk kuvvetlerinin aktif katılımıyla sağlanmaktadır. Bu çerçevede, "Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik" kapsamında, kolluk kuvvetleri ile yetkilendirilmiş kişiler arasında iş birliği protokolleri imzalanması zorunlu tutulmuştur. Bu protokoller, görev tanımları, eğitimler ve ortak tatbikatlar gibi konuları kapsamaktadır. Yönetmeliğe göre, fiziksel koruma sisteminin yeterliliği yılda en az bir kez yapılacak tatbikatlarla değerlendirilmeli ve sonuç raporları Nükleer Düzenleme Kurumuna sunulmalıdır. Bu düzenleme, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikteki rolünün kurumsal ve yasal bir zemine dayandığını açıkça göstermektedir (Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik, 2024)



Şekil 4.1 Radyasyon Acil Durum Planı (AFAD, 2019, s.7)

Türkiye’de nükleer veya radyolojik acil durumlara yönelik müdahale süreçleri, “Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)” çerçevesinde yapılandırılmıştır. Bu üst düzey plan, ulusal, il ve tesis düzeyinde hazırlanan alt planlarla desteklenmektedir. TAMP kapsamında yer alan Ulusal Hizmet Grubu Planları ve Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı, il düzeyinde İl Afet Müdahale Planı ve İl Radyasyon Acil Durum Planı ile uyumlu olarak uygulanmaktadır. Ayrıca, radyasyon kaynaklarının kullanıldığı tesisler için Tesislerin ve Kaynak Kullanıcılarının Acil Durum Planı hazırlanması zorunludur. Bu çok katmanlı planlama yapısı, nükleer güvenliğe yönelik müdahalelerin koordineli, etkili ve hızlı bir şekilde yürütülmesini hedeflemektedir. Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı’na göre Acil Durum Müdahale Yöneticisi bir acil duruma müdahale eden (radyolojik tehlikelere müdahale, konvansiyonel tehlikelere müdahale ve kolluk kuvvetlerinin müdahalesi de dâhil olmak üzere) bütün kurumları yönlendirmekten sorumlu olan kişi olarak belirtilmiştir. Buna bağlı olarak kolluk kuvveti personeli radyolojik tehlikeler söz konusu olduğunda, görev ve sorumluluğu doğmaktadır. Meydana gelebileceği düşünülen bir tehdit veya gerçek bir olay için bir Acil Durum Müdahale Yöneticisinin yönetiminde kolluk kuvvetleri de dâhil olmak üzere bütünleşmiş bir müdahale başlatılır. Kolluk kuvvetlerine radyolojik ve emniyetle ilgili

konularda ve radyolojik kısımla ilgili olanlara da adli konular (örneğin nükleer ve klasik adli tıp için delil toplanması) ile ilgili bilgi verilmektedir (URAP, 2020).

4.4. Nükleer Güvenliğe Yönelik Tehdit Türleri

Nükleer enerji, günümüzde birçok ülke tarafından enerji ihtiyacını karşılamak ve karbon salınımını azaltmak amacıyla kullanılan stratejik bir enerji kaynağıdır. Ancak nükleer santrallerin işletilmesi, yüksek güvenlik standartları gerektiren, potansiyel tehlikeler içeren karmaşık bir süreçtir. Bu santrallerde meydana gelebilecek kazalar veya tehditler, yalnızca tesisin bulunduğu ülke için değil, küresel düzeyde de ciddi çevresel ve insani sonuçlar doğurabilir. Bu bağlamda, nükleer santrallerin karşı karşıya olduğu tehlikeleri analiz etmek, güvenlik önlemlerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Nükleer santrallerde karşılaşılabilecek tehlikeler genel olarak fiziksel tehditler, radyolojik tehditler, siber tehditler, doğal afetler ve insan hataları olarak sınıflandırılabilir. Bu tehlikelerin her biri, farklı önlemler ve teknolojik çözümler gerektiren, geniş çaplı etkilere sahip risklerdir. Kolluk kuvvetleri, bu tehditlere karşı hızlı, etkili ve kritik müdahale fonksiyonunu yerine getiremsi beklenir. Ayrıca, kontrol dışı kalmış radyoaktif kaynakların bulunması için arama faaliyetlerine liderlik etmekte ve yasa dışı yollardan radyoaktif materyal temin edilmesini önlemek amacıyla karmaşık operasyonları yönetmektedir (INTERPOL, 2020).

4.4.1. Fiziksel Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler

Nükleer tesisler, doğası gereği hassas ve korunması gereken kritik altyapılar arasında yer almaktadır. Bu tesisler, sıradan enerji santrallerine göre çok daha fazla risk taşıyan yapılardır. Fiziksel tehditler, bu tesislere yönelik doğrudan fiziksel zarar verme amacı taşıyan her türlü saldırı veya sabotaj girişimini kapsar. Terör eylemleri, sabotaj, izinsiz girişler ve iç tehditler, bu kategori altında değerlendirilir. Nükleer tesislere yapılacak herhangi bir fiziksel saldırının sonucunda hem tesisin işleyişi durabilir hem de radyoaktif maddelerin sızması gibi felaket senaryoları ortaya çıkabilir (INTERPOL, 2020). Ayrıca, Nükleer Düzenleme Kurumu tarafından yetkilendirilen personeller ile kolluk kuvvetleri arasında, fiziksel koruma sisteminin yeterliliği ve etkinliğinin değerlendirilmesi ile iş birliğinin artırılması amacıyla yılda en az bir kez tatbikat

düzenlemektedir (Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik, 2024).

4.4.1.1. Terör Saldırıları

Terör örgütleri, nükleer silah, uranyum ve platon elde etme hedeflerine ulaşabilmek için nükleer tesislere büyük bir ilgi duymaya başlamışlardır. Bunların birkaçına yapılacak saldırıların nükleer silah saldırısı ile eş değer etki yapabileceği düşüncesi ile harekete geçmektedir. Türkiye jeopolitik konumu itibari ile terör örgütlerinin varlığını sürdürmeye çalıştığı bir ülke konumundadır. Bu nedenle, nükleer tesisler, stratejik önemleri ve sembolik değerleri nedeniyle terör örgütlerinin hedefleri arasında yer almaktadır (Aydın, 2024).

Bir nükleer santrale yapılacak sabotaj veya terör saldırısı, sıradan bir altyapı tesisine zarar vermekten çok daha büyük sonuçlar doğurabilir. Terör grupları, nükleer tesisleri hedefine alarak toplumsal panik yaratmayı, devlet otoritesini sarsmayı ve ekonomik zararlara yol açmayı amaçlamaktadır. Terör saldırılarının biçimleri doğrudan silahlı baskınlardan, İHA kullanımına, siber saldırıların fiziki sabotajlarla birleştirilmesine kadar değişebilmektedir.

Terör tehdidine karşı nükleer tesislerin güvenliği, kolluk kuvvetlerinin öncelikli görev alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçevede, gelişmiş gözetim teknolojileri, fiziksel güvenlik önlemleri ve özel eğitilmiş personel ile kapsamlı bir koruma sağlanır. Devriye faaliyetleri artırılarak çevresel izleme sistemleri aracılığıyla şüpheli kişi ve araçların tespiti hızlandırılır. Ayrıca, kolluk kuvvetleri ile askeri birimler arasında kurumsal düzeyde etkili bir iş birliği mekanizması oluşturularak güvenlik süreçleri desteklenir ve suçların önlenmesi için iletişimin tespiti, dinlenmesi, sinyal bilgilerinin değerlendirilmesi ve kayda alınması yetkisini kullanabilir (Terörle Mücadele Kanunu, 1991).

4.4.1.2. Sabotaj

Türk Dil kurumuna göre sabotaj yıkmak, parçalamak, kullanılamaz hale getirmektir. Stratejik öneme sahip olan nükleer tesisler, çeşitli güvenlik tehditleri açısından yüksek risk barındıran kritik altyapılar arasında değerlendirilmektedir. Bu tehditlerden biri de sabotajdır. Sabotaj eylemleri, doğrudan fiziksel zarar vermekten operasyonel süreçleri aksatmaya kadar geniş bir yelpazede gerçekleşebilir. Nükleer tesislere yönelik sabotaj

girişimleri, ulusal güvenliği tehdit edebilecek büyük çaplı felaketlere yol açabilir. Bu nedenle, kolluk kuvvetlerinin bu tür eylemleri önleyici ve caydırıcı tedbirler alması önemini sürdürmektedir (IAEA, 2021).

Sabotaj eylemleri genellikle iç veya dış tehditler yoluyla gerçekleşmektedir. İç tehditler, nükleer tesis çalışanlarının kasıtlı ya da dikkatsizlik sonucu güvenlik açıklarına yol açmasıyla ortaya çıkabilir. Özellikle, içeriden gelen tehditler, tesislerdeki güvenlik protokollerinin ihlal edilmesine ve kritik sistemlerin zarar görmesine sebep olabilmektedir. Bu nedenle, çalışanların güvenlik geçmişlerinin düzenli olarak gözden geçirilmesi ve yüksek güvenlikli kimlik doğrulama sistemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Biyometrik tanıma sistemleri ve çok aşamalı giriş prosedürleri, iç tehditlerin azaltılması açısından etkili bir çözüm olarak öne çıkmaktadır (TAEK, 2019).

Sabotaj girişimleri, doğrudan fiziksel saldırılar, bilgi sistemlerine yönelik siber saldırılar ya da kritik altyapıya zarar verme yoluyla gerçekleştirilebilir (ENSRA, 2022). Nükleer tesislerin çevresel güvenliğinin artırılması, olası sabotaj tehditlerine karşı alınması gereken önlemler arasındadır. Örneğin, çok katmanlı güvenlik çemberleri oluşturulması, termal kameralar ve hareket sensörleri gibi ileri seviye izleme sistemleri kullanılması sabotaj saldırısı ihtimalini azaltmaktadır (NATO, 2018). Bununla birlikte, tesis çevresinde devriye faaliyetleri artırılması ve güvenlik güçleri ile istihbarat birimleri arasındaki bilgi paylaşımı en üst seviyeye çıkarılması gerekmektedir.

Kolluk kuvvetlerinin sabotaj tehditlerini önleme konusundaki rolü büyük bir hassasiyet gerektirmektedir. İlk olarak, sabotaj girişimlerine karşı caydırıcılığı artırmak için personelin düzenli güvenlik eğitimlerine tabi tutulması gerekmektedir (IAEA, 2021). Ayrıca, tesis içindeki güvenlik önlemlerinin sürekli olarak güncellenmesi ve olası tehditlere karşı tatbikatların düzenlenmesi önemlidir. Sabotaj girişimlerini erken aşamada tespit edebilmek için güvenlik kameraları ve akıllı analiz sistemleriyle entegre izleme sistemleri kullanılması gerekmektedir.

Sabotaj tehdidi altında olan nükleer tesislerin korunması için kritik altyapı güvenliğine özel bir önem verilmesi, kontrol sistemlerine yetkisiz erişimi önlemek amacıyla siber güvenlik önlemlerinin güçlendirilmesi gerekmektedir. Modern nükleer tesisler, dijital kontrol sistemlerine bağımlı olduğu için bu sistemlere yönelik saldırılar büyük çaplı hasarlara yol açmaktadır (TAEK, 2019). Bu nedenle, güçlü şifreleme yöntemleri ve

siber saldırılara karşı gelişmiş güvenlik duvarları kullanılarak tesisin bilgi sistemleri korunması önem arz etmektedir.

4.4.1.3. Yetkisiz Erişim

Yetkisiz erişim, nükleer tesislerin güvenliğini tehdit eden kritik risklerden biridir. İzinsiz girişler, fiziksel zarar verme, bilgi sızdırma veya sabotaj gibi eylemlerle ulusal güvenliği tehlikeye atmaktadır. Bu tehditler, içeriden ve dışarıdan gelebilmekte olup iç tehditler, personelin kasıtlı veya ihmalkâr davranışlarıyla oluşurken, dış tehditler yasa dışı yollarla giriş yapmaya çalışan kişi veya gruplardan kaynaklanabilmektedir (IAEA, 2021).

Yetkisiz erişimi önlemek için çok katmanlı bir güvenlik stratejisi gereklidir. Biyometrik sistemler, kartlı geçiş ve çok aşamalı kimlik doğrulama kullanılarak yalnızca yetkili personelin girişine izin verilmelisi bu riski azaltacaktır.

4.4.2. Radyolojik Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler

Radyasyon, ortamda taşınan enerji olarak tanımlanmakta olup, bu enerji iyonlaştırıcı özellik taşıyorsa canlı dokularda biyolojik etkiler meydana getirebilmektedir. Bir atoma enerji aktarımı sonucu elektron kopmasıyla oluşan sürece ise iyonlaşma denir. Eğer taşınan enerji atomlarda iyonlaşmaya yol açıyorsa buna ‘iyonlaştırıcı radyasyon’ denir. Radyasyon ve radyasyon kaynakları (radyoaktif maddeler), çeşitli yollarla insanlara ulaşabilir. Bu maddelerin vücuda giriş şekline göre farklı organlar etkilenir ve farklı biyolojik sonuçlar ortaya çıkabilir (TAEK, 2020).

Bu bağlamda, KBRN tehditleri kapsamında radyolojik ve nükleer unsurlar, halk sağlığı ve güvenliği açısından ciddi riskler taşımaktadır. Radyolojik bir saldırı veya kaza durumunda, radyasyonun yayılma şekli, dozu ve temas süresi KBRN birimleri tarafından dikkatle izlenmeli ve hızla kontrol altına alınmalıdır. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere, KBRN tehditleri kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer olmak üzere dört ana başlık altında sınıflandırılmakta; bu sınıflandırma, müdahale stratejilerinin belirlenmesinde temel teşkil etmektedir. Bu nedenle, KBRN eğitimi ve acil müdahale kapasiteleri, nükleer güvenlik politikalarının ayrılmaz ve zorunlu bir parçası haline gelmiştir.



Şekil 4.2 KBRN Cetveli (Elva Engineering, 2023).

4.4.2.1. Radyasyon Sızıntısı

Radyasyon sızıntısı, nükleer tesislerde meydana gelebilecek en ciddi güvenlik tehditlerinden biridir. Bu tür sızıntılar, çevresel ve halk sağlığı açısından büyük riskler taşımaktadır. Doğal afetler, teknik arızalar, insan hatası veya dış saldırılar nedeniyle oluşabilen radyasyon sızıntıları, uzun vadeli ekolojik ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (IAEA, 2021). Bu nedenle, kolluk kuvvetleri ve güvenlik birimleri, olası sızıntıları önlemek ve etkilerini en aza indirmek için etkin bir kriz yönetim planına sahip olması gerekir.

Önleyici tedbirler kapsamında, tesislerin altyapısı düzenli olarak denetlenmesi, radyasyon algılama sistemleri sürekli aktif tutulması ve güvenlik protokolleri sıkılaştırılması radyasyon sızıntı ihtimalini azaltacaktır. Ayrıca, reaktör koruma sistemleri ve yedek soğutma mekanizmaları güçlendirilerek teknik arızalara karşı önlemler alınması gerekmektedir (TAEK, 2019). Olası bir sızıntıya karşı çevresel radyasyon izleme istasyonları kurulmalı ve kolluk kuvvetleri, anlık veri akışını takip ederek riskli durumlarda acil tahliye prosedürlerini devreye sokması gerekmektedir (ENSRA, 2022).

Radyasyon sızıntısı meydana geldiğinde, kolluk kuvvetleri halkı bilgilendirme, tahliye operasyonlarını yönetme ve güvenlik çemberi oluşturma gibi kritik görevleri üstlenmesi gerekir. Radyasyon sızıntıları, nükleer güvenlik açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır ve kolluk kuvvetleri bu tür olaylara karşı kapsamlı tatbikatlar yapması gerekmektedir. Teknik önlemler, eğitim programları ve hızlı müdahale kapasitesi, olası bir sızıntının önlenmesi ve etkilerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir (TAEK, 2019).

4.4.2.2. Radyoaktif Atık Yönetimi Sorunları

Radyoaktif atıklar, nükleer teknolojinin ve endüstriyel süreçlerin yan ürünü olarak ortaya çıkan atık türleridir. Diğer atık türlerinden farklı olarak, radyoaktif atıklar canlılar ve çevre için tehlike arz etmektedirler. Radyoaktivitenin zararlı etkileri nedeniyle insan ve çevre güvenliği için radyoaktif atıklar devlet aygıtları tarafından yönetilir ve düzenlenir (Solgun, Baran ve Ünvar, 2023). Radyoaktif atık yönetimi, nükleer enerji kullanımının diğer önemli güvenlik meselelerinden biridir. Yanlış veya yetersiz atık yönetimi, çevresel felaketlere yol açabileceği gibi, bu atıkların kötü niyetli kişilerce ele geçirilmesi ciddi güvenlik riskleri doğurabilir. Bu nedenle, atıkların taşınması, depolanması ve imhası süreçlerinde sıkı denetim mekanizmalarının oluşturulması önemlidir. Öncelikle, bu tür atıkların taşınma ve depolanma aşamalarında denetimlerin artırılması, izleme sistemlerinin etkin şekilde kullanılması kolluk kuvvetlerinin asli görevleri arasındadır. Ayrıca, kaçakçılık, sabotaj ve terörizm gibi tehditlere karşı özel eğitilmiş güvenlik birimlerinin oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Kolluk kuvvetlerinin, nükleer güvenlik konusunda uzmanlaşmış ekiplerle iş birliği yaparak riskleri önceden tespit edebilmesi ve hızlı müdahale edebilmesi, nükleer güvenliğin sağlanmasında kritik bir faktördür. Bunun yanı sıra, uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımı, radyoaktif atıkların yasa dışı ticaretinin önlenmesi açısından gereklidir. Bu bağlamda, kolluk kuvvetlerinin hem teknik altyapısını güçlendirmesi hem de ilgili ulusal ve uluslararası düzenlemelere uygun hareket etmesi gerekmektedir.

4.4.3. Siber Tehditler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler

Siber tehditler, nükleer güvenlik açısından kritik sistemleri hedef alabilen ve büyük çaplı zararlara yol açabilen dijital saldırılar olarak tanımlanabilir. Nükleer tesislerin kontrol sistemlerine yönelik gerçekleştirilen siber saldırılar, operasyonel süreçlerin sekteye uğramasına, bilgi akışında sapmalara ve hatta sistemlerin tamamen devre dışı kalmasına neden olabilmektedir. 11 Eylül dönemi ile birlikte devletler, siber silahları hem savunma hem de saldırı aracı olarak geliştirmeye başlamıştır. Bu silahlar; bir çatışma ortamında kullanılan yazılım ve donanım bileşenleri” şeklinde tanımlanmakta ve klasik silah sistemlerinden farklı olarak görünmez, iz bırakmaz ve anlık etkiler yaratabilmektedir (Çelik, 2013, s. 139). Bu doğrultuda en çarpıcı örneklerden biri

“Stuxnet saldırısı”dır. Bu saldırının, 2009 yılında ABD tarafından İran’ın Natanz nükleer yakıt zenginleştirme tesislerine karşı düzenlendiği ve siber harp tarihinin ilk gerçek uygulaması olarak değerlendirilmektedir. Bu saldırı, sadece dijital kodlarla fiziksel hasar yaratılabileceğini kanıtlamış ve nükleer altyapılar üzerinde siber güvenliğin önemini ortaya koymuştur.

Kolluk kuvvetleri, bu tür tehditlere karşı ulusal güvenliği sağlamakla yükümlü olup, siber suçlara karşı uzmanlaşmış birimlere sahip olması ve bu tür saldırıları önlemek amacıyla ulusal ve uluslararası güvenlik stratejileri geliştirmesi gerekmektedir. Her bir tehdit kategorisi için farklı risk değerlendirme kriterleri öngörülmekte olup, özellikle kasıtlı saldırılar daha yüksek risk grubunda değerlendirildiği için önleyici güvenlik sistemleri daha dirençli ve çok katmanlı olması beklenir (Holliday, 2013). Artan bu siber tehdit ortamında yalnızca teknolojik altyapı değil, aynı zamanda insan kaynağının da sürekli güncellenen bilgi ve beceriyle donatılması elzem hâle gelmiştir.

4.4.4. Doğal Afetler ve Kolluk Kuvvetlerinin Alması Gereken Tedbirler

Doğal afetler, insan hayatını ve toplumları derinden etkileyen, öngörülemeyen ve önlenemeyen olaylardır. Depremler, tsunami ve sel gibi afetler, nükleer güvenliği tehdit edebilecek potansiyel tehlikeler oluşturur. Kolluk kuvvetleri, doğal afetlere karşı hazırlıklı olmalı ve afetlerin neden olduğu kaosu önlenmesi için etkili müdahale yöntemleri uygulamaktadır (Güler, 2018).

4.4.4.1. Depremler

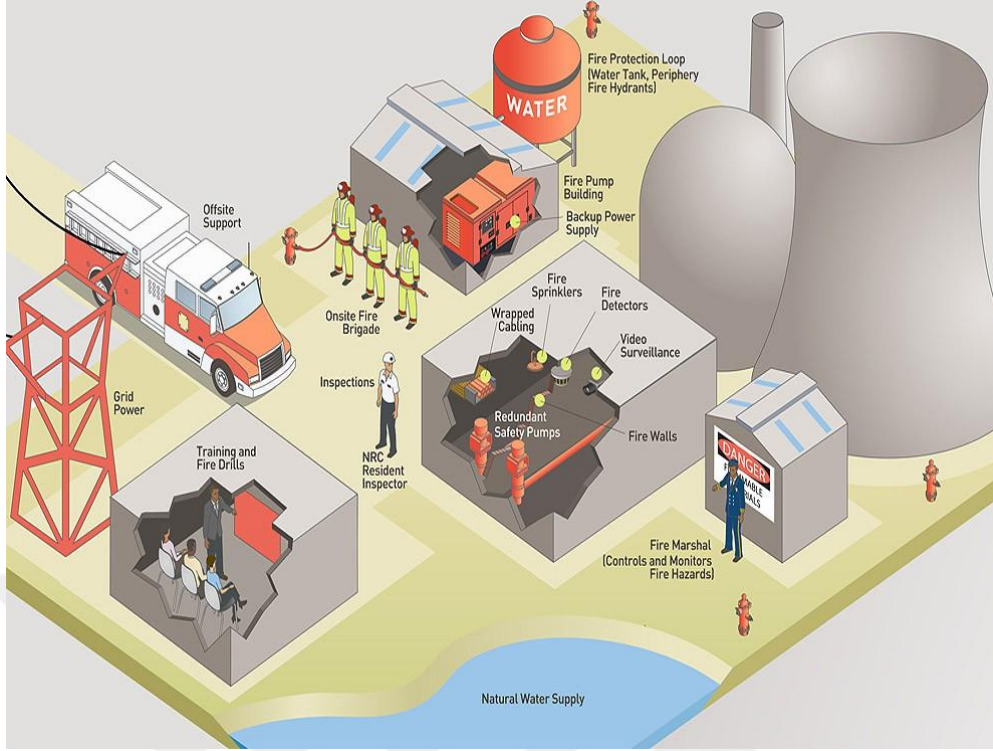
Depremler, yer kabuğunda meydana gelen ani hareketler sonucu yıkıcı etkilere yol açabilen doğal afetlerdir. Nükleer tesislerin bulunduğu bölgelerde meydana gelen büyük depremler, yapısal hasarlara, güvenlik önlemlerinin devre dışı kalmasına ve radyoaktif sızıntılara neden olabilir. Kolluk kuvvetlerinin, depreme karşı nükleer tesislerin güvenliğini sağlamak için anında müdahale etmesi ve bölgedeki sivil halkı hızlı bir şekilde tahliye etmesi gerekmektedir. Ayrıca, afet sonrası, olası kaza ve hasarları önlemek için düzenli denetimler yapmalı ve tesislerin güvenliğini sağlamak adına uzmanlarla iş birliği içinde olması gerekir (Aydın, 2020).

4.4.4.2. Tsunami ve Sel

Tsunami ve sel, deniz seviyesinin aniden yükselmesi veya aşırı yağışlar sonucu meydana gelen su baskınlarıdır. Bu tür afetler, özellikle kıyı bölgelerinde yer alan nükleer tesislerde büyük tehditler oluşturabilir. Tsunami ve sel, tesisi su baskınına uğratabilir, elektrik hatlarını kesebilir ve bu da tesislerin kontrolünü zorlaştırabilir. Kolluk kuvvetleri, sel ve tsunami gibi afetler için erken uyarı sistemleri kurarak halkı bilgilendirmeli ve hızla tahliye işlemleri başlatmalıdır. Ayrıca, su baskınlarının etkilerini azaltmak için afet öncesi hazırlıklar yapılmalı ve afet sonrası güvenlik önlemleri titizlikle uygulanmalıdır (Karaca, 2017).

4.4.4.3. Yangınlar

Yangınlar, genellikle sıcak hava, yıldırım düşmesi veya insan hatasından kaynaklanan, büyük hasarlara yol açabilen doğal afetlerdir. Nükleer tesislerde meydana gelen yangınlar ise yüksek sıcaklık ve patlayıcı maddelerle birleştiğinde ciddi felaketlere sebep olabilir. Bu nedenle, yangın öncesi ve sonrası etkin bir koordinasyonun sağlanması, gerekli ekipman ve personel sayısının artırılması tehdidin boyutunu önemli ölçüde azaltacaktır. Ayrıca, yangına karşı alınan önlemlerin, olası bir radyoaktif sızıntıyı önleyecek şekilde güncellenmesi gerekmektedir (Yılmaz, 2019). Şekil 4.1’de görüldüğü üzere, nükleer tesislerde yangın güvenliğini sağlamak amacıyla çeşitli önlemler (yangın duvarları, otomatik söndürme sistemleri, eğitilmiş personel, acil durum ekipmanları vb.) entegre bir sistem dâhilinde uygulanmaktadır. Bu tür kapsamlı önlemler, hem tesis güvenliği hem de çevre sağlığı açısından temel bir gerekliliktir.



Şekil 4.3 Nükleer Enerji Santralleri Yangın Güvenliği Şeması (Elva Engineering, 2023)

4.5. Kolluk Kuvvetleri ile Uluslararası İşbirliği ve Eğitim Programları

Günümüzde güvenlik tehditleri ulusal sınırları aşarak uluslararası bir boyut kazanmıştır. Küreselleşen dünyada terörizm, organize suçlar, siber güvenlik tehditleri ve insan kaçakçılığı gibi suçlarla mücadelede uluslararası işbirliği ve kolluk kuvvetleri arasındaki eğitim programları büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda Türkiye, güvenlik alanında uluslararası işbirliğini geliştirmek amacıyla çeşitli ülkelerle ortak projeler yürütmekte ve kolluk kuvvetleri için eğitim programları düzenlemektedir.

Türkiye'nin kolluk kuvvetleri arasında yer alan Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı, uluslararası güvenlik işbirliği çerçevesinde birçok ülkenin kolluk personeline eğitim vermektedir. Türk İşbirliği ve Koordinasyon Ajansı Başkanlığı (TİKA), bu kapsamda farklı ülkelerle ortak projeler geliştirmektedir. Örneğin, TİKA tarafından Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı iş birliğinde yürütülen Uluslararası Polis Eğitimi İşbirliği Projesi ve Güvenlik İşbirliği Projesi kapsamında Bangladeş, Senegal ve Moldova Jandarma Teşkilatı personeline 2023 yılında İzmir Foça'da Toplumsal Olaylara Müdahale Kursu ve Kritik Tesislerin Kurunması Kursu düzenlenmiştir. Ayrıca, 2017 yılında Kazakistan Jandarma Teşkilatı'na yönelik olarak Hassas Nokta ve Tesislerin Korunması Eğitimi

düzenlenmiştir. Ankara Jandarma Komando Asayiş ve Kurtarma Tugay Komutanlığı tarafından yürütülen bu eğitimde, koruma ekibinin teşkilat ve görevleri, koruma prensipleri, silahsız müdahale teknikleri ve ileri atış teknikleri gibi konular detaylı olarak anlatılmıştır.

Türkiye'nin jeostratejik konumu ve bölgesel güvenlik tehditleri göz önünde bulundurulduğunda, kolluk kuvvetlerinin uluslararası alanda etkin işbirliği içinde olması bir zorunluluk haline gelmiştir. 702 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'ye göre, nükleer tesis ve radyoaktif maddelerin güvenliğine ilişkin işbirliği ve destek; Dışişleri Bakanlığı, Milli Savunma Bakanlığı, Milli İstihbarat Teşkilatı Başkanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Sahil Güvenlik Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı ve ilgili diğer kamu kurumları tarafından sağlanmaktadır (Resmî Gazete, 2018). Ancak, uluslararası alanda daha kapsamlı bir koordinasyonun sağlanması gerekmektedir. Uluslararası güvenlik tehditleriyle mücadelede kolluk kuvvetleri arasında eğitim ve işbirliği programları hayati önem taşımaktadır. Türkiye, çeşitli ülkelerle yürüttüğü güvenlik eğitim projeleriyle hem kendi ulusal güvenliğini güçlendirmekte hem de uluslararası alanda etkin bir işbirliği ağı kurmaktadır.

4.6. Nükleer Güvenlikte Nükleer Tehditlere Karşı Özel Birimler ve Müdahale Ekipleri

Nükleer tehditler, hem devletler hem de halklar için büyük bir güvenlik riski oluşturmaktadır. Bu tehditler, nükleer santrallerde meydana gelebilecek kazalar, radyoaktif materyallerin kötü niyetli gruplar tarafından ele geçirilmesi veya nükleer silahların kullanımı gibi çeşitli formlarda kendini gösterebilir. Nükleer kazaların etkileri yalnızca çevreye değil, aynı zamanda halk sağlığına, yerel ekonomi ve sosyal yapıya da ciddi zararlar verebilir. Bu bağlamda, nükleer tehditlere karşı özel birimler ve müdahale ekiplerinin önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu ekipler, nükleer güvenlik konusunda uzmanlaşmış, disiplinler arası bir yaklaşımla hareket eden, hızlı ve etkili müdahalelerde bulunabilen eğitilmiş profesyonellerden oluşur. Nükleer tehditlere karşı alınan tedbirler yalnızca reaktif değil, aynı zamanda proaktif olmalı, yani hem önceden tahmin edilen tehditlere karşı hazırlıklı olunmalı hem de olay anında müdahaleye hazır olunmalıdır (Çelik ve Yıldız, 2020).

Özel birimler ve müdahale ekipleri, nükleer tehditleri en etkili şekilde bertaraf edebilmek için özel eğitimlerden geçerler. Bu ekiplerin eğitim süreçleri, nükleer

malzemelerin tanınmasından, bu malzemelerin sızdırılması veya ele geçirilmesi gibi senaryolarda yapılacak müdahaleye kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Ayrıca, nükleer felaket senaryoları üzerine düzenlenen tatbikatlar, ekiplerin gerçek bir olay anında nasıl bir koordinasyon içinde hareket etmeleri gerektiğini anlamalarına yardımcı olur. Özel birimler, sadece nükleer kazaların önlenmesi veya müdahale edilmesi için değil, aynı zamanda nükleer felaketlerin sonrasındaki uzun vadeli etkileri yönetmek için de kritik bir rol üstlenirler (Küçük, 2019). Bu süreç, sadece olay yerindeki güvenliği sağlamakla kalmaz, aynı zamanda halkı koruyacak tedbirlerin alınmasını ve çevreyi yeniden yapılandırmayı da içerir. Nükleer tehditlere karşı etkili bir müdahale, yalnızca fiziksel güvenlik önlemleriyle sınırlı değildir, aynı zamanda psikolojik destek, halkla iletişim, tıbbi yardım ve çevre temizliği gibi pek çok farklı alanı kapsar.

Nükleer tehditlere karşı alınan önlemler, yalnızca yerel müdahale ile sınırlı kalmaz; uluslararası iş birliği ve bilgi paylaşımı da bu tür tehditlerin önlenmesinde önemli bir rol oynar. Birçok uluslararası kuruluş, ülkeler arasındaki güvenlik iş birliğini güçlendirmek için çeşitli protokoller ve anlaşmalar geliştirmiştir. Bu anlaşmalar, nükleer silahların yayılmasının engellenmesi, radyoaktif malzemelerin güvenli taşınması ve nükleer felaketlere karşı alınması gereken tedbirleri belirler. Ayrıca, özel birimler ve müdahale ekiplerinin uluslararası tatbikatlar ve eğitim programlarına katılarak küresel güvenlik ağlarına dâhil olmaları, herhangi bir nükleer tehdit durumunda daha koordineli ve etkin bir müdahale süreci sağlar (Çelik ve Yıldız, 2020).

Günümüz teknolojisinin hızla gelişmesi, nükleer güvenlik alanında da yenilikçi çözümlerin uygulanmasına olanak tanımıştır. Özel güvenlik birimleri, modern teknolojik araçlar ve ekipmanlar kullanarak, nükleer tesislerde ve çevrelerinde oluşabilecek tehditleri önceden belirleyebilmekte ve müdahale süreçlerini hızlandırabilmektedir.

Teknolojik altyapının temel bileşenleri arasında, ileri seviye gözetleme sistemleri, termal kameralar, biyometrik erişim kontrol sistemleri, uzaktan algılama teknolojileri ve siber savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Bu sistemler, sadece kriz anında müdahale ekiplerine veri sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda potansiyel tehditlerin önceden tespit edilmesine de olanak tanımaktadır (Russell, 2017).

Uluslararası standartların da belirttiği üzere, nükleer güvenlik alanında kullanılacak teknolojik donanımların, sürekli güncellenmesi ve olası siber saldırılara karşı

dayanıklı olması gerekmektedir. Bu bağlamda özel birimler, ulusal siber güvenlik politikaları ile uyumlu sistemleri entegre ederek, çok katmanlı bir savunma mekanizması oluşturmaktadır.

Nükleer tehditlerin ciddiyeti, müdahale ekiplerinin yüksek düzeyde eğitilmiş, yetkin ve sürekli güncellenen bilgiye sahip olmalarını gerektirmektedir. Müdahale ekipleri, yalnızca teknik bilgi ve becerilere sahip olmakla kalmayıp, aynı zamanda kriz iletişimi, stres altında karar verme ve ekip çalışması gibi kritik yetkinlikleri de geliştirmelidir.

Eğitim süreçleri; temel nükleer fizik bilgisi, radyasyon güvenliği, acil müdahale teknikleri, siber savunma stratejileri ve kriz yönetimi eğitimleri ile desteklenmektedir. Simülasyon tatbikatları, personelin olası bir kriz anındaki tepkilerini değerlendirmek ve eksikliklerini gidermek amacıyla düzenli aralıklarla gerçekleştirilir. Eğitim merkezleri, modern teknolojik araçlar kullanarak gerçek ortama yakın simülasyon senaryoları oluşturmaktadır (Holliday, 2013).

Müdahale ekiplerinin yeterlilik kriterleri, ulusal mevzuatların yanı sıra; uluslararası kuruluşların belirlediği standartlarla da uyumlu olması gerekmektedir. Personelin, hem kişisel donanımı hem de takım bazında etkin bir şekilde çalışabilmesi için, sertifikasyon programları, sürekli eğitim modülleri ve performans değerlendirme sistemleri uygulanmaktadır (OECD/NEA, 2016). Bu süreç, ekip üyelerinin bilgi ve becerilerinin zaman içinde güncel tutulmasını ve etkin müdahale kabiliyetlerinin artmasını sağlamaktadır.

5. NÜKLEER TEHDİT SENARYOLARINA KARŞI KOLLUK KUVVETLERİNİN HAZIRLIĞI

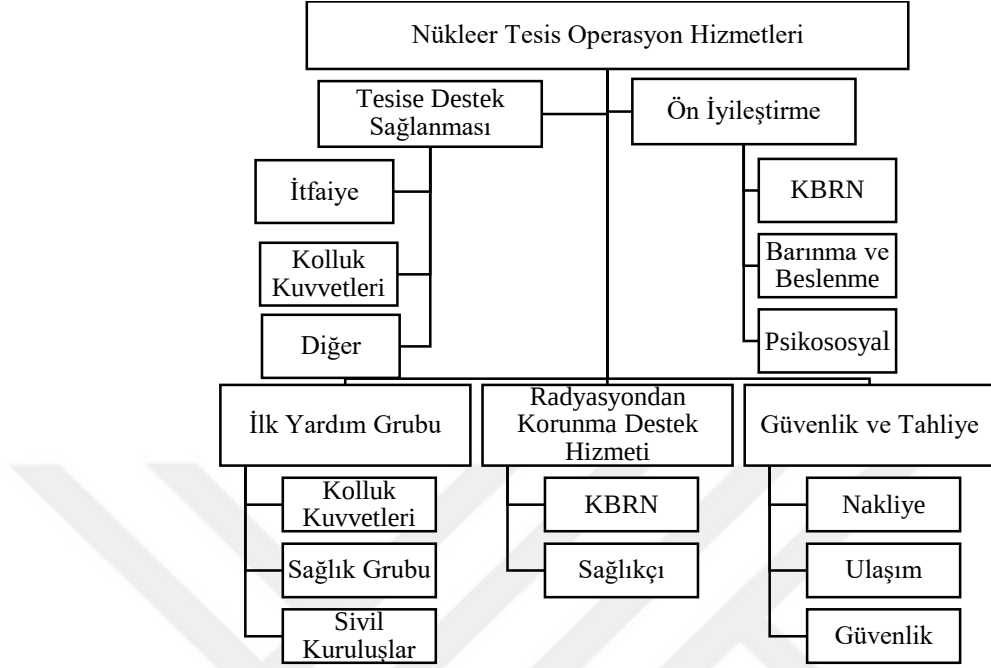
21. yüzyılın ilk çeyreğinden bu yana, uluslararası güvenlik ortamında nükleer silahların ve nükleer maddelerin kötü amaçlı kullanımın yarattığı tehditler giderek artmıştır. Küresel ve bölgesel dinamiklerin değişimi, teknolojik gelişmeler ve yeni güvenlik paradigması, devletlerin savunma politikalarını ve kriz yönetimi stratejilerini yeniden gözden geçirmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, Türkiye gibi stratejik konumda bulunan ülkelerde nükleer tehdit senaryolarına karşı hazırlık, yalnızca askeri alanda değil; aynı zamanda kolluk kuvvetlerinin de etkin müdahale verebilmesini sağlayacak biçimde disiplinler arası bir yaklaşım gerektirmektedir (AFAD, 2022).

Nükleer tehdit, sadece nükleer silahların kullanımı ya da radyoaktif maddelerin kasıtlı salınımı olarak değil; aynı zamanda nükleer kazalar, sabotaj ve terörist saldırılar gibi pek çok senaryoyu da kapsamaktadır. Bu nedenle, nükleer tehdidin kapsamının ne kadar geniş olduğu ve etkilerinin ne derece kritik olabileceği, kolluk kuvvetlerinin çalışmaları açısından önem arz etmektedir (Solgun, Baran ve Ünvar, 2023).

Nükleer tehdidin yönetiminde başarılı bir stratejinin belirleyici unsurları arasında esneklik, teknoloji kullanımı ve hızlı müdahale yeteneği öne çıkmaktadır. Teorik olarak, risk yönetimi süreçlerinde kullanılan “çok katmanlı savunma” modeli, her aşamada alınacak önlemlerle güvenliğini artırmayı hedefler. Bu yaklaşım, ilk müdahale, bilgi toplama, değerlendirme ve uygulamaya geçiş aşamalarının ayrıntılı olarak planlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye bağlamında bu stratejinin uygulanabilirliği, ulusal güvenlik politikaları ve teknolojik altyapının yeterliliğine bağlı olarak değerlendirilmektedir.

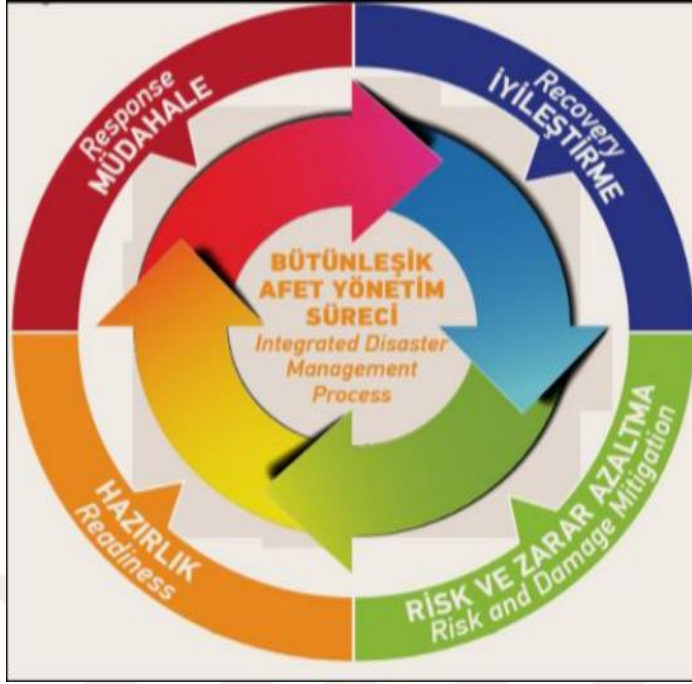
Nükleer bir kaza durumunda uygulanacak eylemler, olayın tespit edilmesinden olayın sonlandırılmasına kadar sistematik bir şekilde planlanması gerekmektedir. Bu süreç, olayın fark edilmesi ve ilk bildirimin yapılmasıyla başlar. Ardından, olay yerinin güvenlik çemberine alınmasıyla halkın ve müdahale ekiplerinin güvenliği sağlanır. AFAD, NDK, JGK ve UMKE gibi yetkili kurumlarla koordinasyon kurulması, hızlı ve etkili bir müdahaleyi mümkün kılar ve olayın meydana geldiği alan belirlenerek tahliye süreci başlatılır. Akabinde radyoaktif tehlikeye karşı korunma önlemleri alınır; kişisel koruyucu donanımın kullanımı bu aşamada kritik rol oynar. Takiben, delil toplama ve olay yeri inceleme çalışmaları yapılır. Son olarak, olayın tamamen kontrol

altına alınması ve ilgili birimlere raporlanması sağlanır (TAEK, 2020).



Şekil 5.1 Nükleer Tesis Operasyon Hizmetleri (AFAD, 2019, s.25)

Şekil 5.1’de gösterildiği üzere, radyolojik ve nükleer acil durum senaryolarında görevli kurumlar, Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı (URAP) çerçevesinde AFAD başkanlığında entegre bir müdahale yapısı içinde konumlandırılmış olup, olay yeri yönetimi, radyolojik ölçüm-değerlendirme, tıbbi müdahale, çevresel izleme, güvenlik ve iletişim fonksiyonları ilgili bakanlıklar ve kurumsal paydaşlar arasında fonksiyonel görev dağılımı ile yürütülmektedir.



Şekil 5.2 Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi Süreci (AFAD, 2018, s.29)

AFAD, Türkiye’de afet öncesi, afet anı ve sonrası süreçleri daha etkin bir şekilde yönetmek amacıyla “kriz yönetimi” anlayışından “risk yönetimi” yaklaşımına geçiş yapmıştır. Bu yaklaşım kapsamında, afetlerin meydana gelmesinden önce tehlike ve risklerin tespit edilmesi, gerekli önlemlerin alınması, hazırlık faaliyetlerinin yürütülmesi ve olası afet anında hızlı müdahale ile sonrasında iyileştirme çalışmalarının planlanması esas alınmıştır. Bu bütünleşik yaklaşım, sadece doğal afetleri değil, nükleer saldırı gibi özel tehditler karşısında da halkın korunmasına yönelik nükleer güvenlik önlemlerini kapsamaktadır. Bu doğrultuda, afet öncesi hazırlıkların artırılması, risk ve zarar azaltıcı faaliyetlerin yürütülmesi, müdahale kapasitelerinin geliştirilmesi ve iyileştirme süreçlerinin organize edilmesi sağlanmaktadır. Bütünleşik afet yönetim süreci dört temel aşamadan oluşmaktadır: hazırlık, risk ve zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme (Şekil 5.2). Bu sürecin etkin şekilde işlemesi için AFAD tarafından Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) hazırlanmış ve tüm devlet kurumlarıyla koordineli bir yapı oluşturulmuştur. Böylece afetlere karşı yapılacak her türlü faaliyet önceden planlanmış, alanlar belirlenmiş ve sorumluluklar açık bir şekilde tanımlanmıştır.

5.1. Tarihsel Süreç ve Mevcut Altyapı

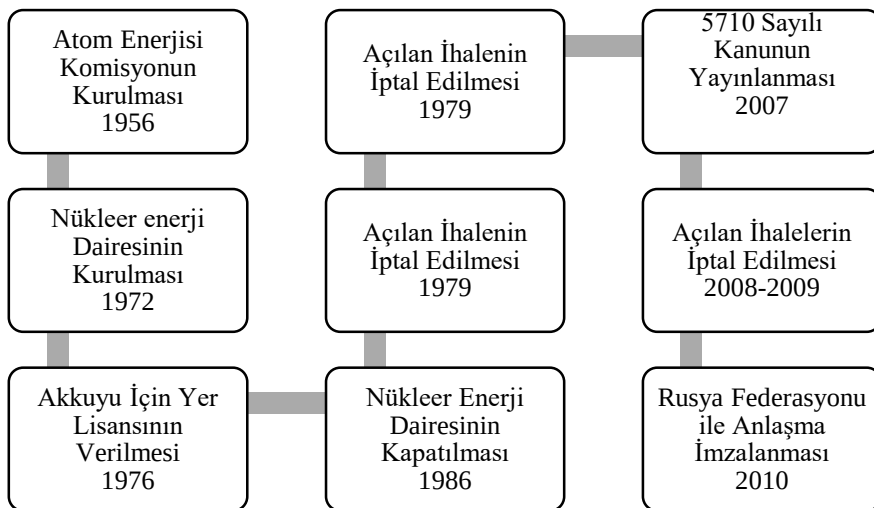
Türkiye’de nükleer güvenlik ve kolluk kuvvetlerinin bu alandaki rolü, Soğuk Savaş döneminden günümüze kadar önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Soğuk Savaş’ın sona ermesiyle birlikte, nükleer silahların yayılması ve radyoaktif maddelerin kontrolsüz kullanımı, ulusal güvenlik stratejilerinin yeniden şekillendirilmesini zorunlu kılmıştır. Son yıllarda yaşanan bölgesel krizler ve uluslararası güvenlik dengelerindeki değişimler, Türkiye’nin nükleer tehditlere karşı hazırlık sürecini hızlandırmış ve bu alandaki ulusal politikaların güncellenmesine neden olmuştur. Özellikle 2012 sonrası yayımlanan stratejik planlar, nükleer kazalar ve terörist eylemler gibi senaryolara karşı önlemleri artırmayı hedeflemiştir; Emniyet Genel Müdürlüğü, Jandarma Genel Komutanlığı, AFAD ve diğer ilgili kurumlar bu kapsamda çeşitli düzenlemeler yapmıştır (İçişleri Bakanlığı, 2015).

Son on yılda, teknolojik altyapıların yenilenmesi ve iletişim teknolojilerindeki ilerlemeler, Türkiye’nin nükleer güvenlik kapasitesinde önemli iyileşmeler sağlamıştır. Modern tespit cihazları, kişisel koruyucu ekipmanlar, mobil müdahale üniteleri ve yapay zeka destekli erken uyarı sistemleri gibi yenilikler, kolluk kuvvetlerinin nükleer tehditlere karşı müdahale yeteneklerini güçlendirmiştir. Ayrıca, ulusal güvenlik stratejilerinin revizyon süreci kapsamında, kolluk kuvvetleri için özel eğitim modülleri, interaktif tatbikatlar ve kriz yönetim simülasyonları geliştirilmiştir. Özellikle 2017-2018 yılları arasında gerçekleştirilen tatbikatlar, nükleer tehditlerin potansiyel etkilerini değerlendirmek adına önemli bir deneyim sağlamış ve güvenlik birimlerinin operasyonel hazırlığını artırmıştır.

Bölgesel güvenlik riskleri ve uluslararası gelişmeler, Türkiye’nin nükleer güvenlik politikalarını şekillendiren en önemli unsurlardan biri olmuştur. 2014 Kırım Krizi ve sonrasında artan küresel gerilimler, nükleer santrallerin yaygınlaşmasıyla birlikte kolluk kuvvetlerinin bu alandaki stratejik planlama süreçlerini yeniden gözden geçirmesine neden olmuştur (Kara, 2015). 2016 yılında gerçekleştirilen uluslararası nükleer güvenlik konferansları ve alınan yeni protokoller, nükleer malzemelerin korunması konusunda standartların yükseltilmesini sağlamıştır. Türkiye, bu süreçte IAEA’nın belirlediği normlara uyum sağlama yönünde önemli adımlar atmış ve NATO ile ortak tatbikatlar gerçekleştirilerek küresel nükleer güvenlik standartlarına entegrasyonu hızlandırmıştır (IAEA, 2021).

2019 ve 2020 yıllarında COVID-19 pandemisi, güvenlik ve savunma alanlarında dijitalleşme ihtiyacını artırmış ve kolluk kuvvetlerinin kriz anlarında etkin müdahale kapasitelerini güçlendirmiştir. Bu süreçte, uzaktan yönetim sistemleri, siber güvenlik önlemleri ve dijital risk yönetimi platformlarının geliştirilmesi gibi unsurlar ön plana çıkmıştır. Dijitalleşmenin yanı sıra, siber saldırılara karşı alınan önlemler de nükleer güvenlik stratejilerinin önemli bir parçası haline gelmiştir. 2021 ve 2022 yıllarında artan nükleer silahlanma endişeleri, tersine mühendislik faaliyetleri ve nükleer malzeme kaçakçılığı gibi tehditler, Türkiye'nin nükleer güvenlik politikalarını daha kapsamlı bir şekilde ele almasını gerektirmiştir.

Türkiye'nin nükleer güvenlik alanındaki hazırlıkları, yerel ve uluslararası işbirliği mekanizmalarıyla desteklenmiş ve ilgili kurumların koordinasyonunu sağlayacak çeşitli stratejik belgeler oluşturulmuştur. 2013 yılında yayımlanan Milli Güvenlik Stratejisi belgesi, nükleer tehditlere karşı hazırlığın sadece askeri müdahalelerle sınırlı kalmaması gerektiğini, kolluk kuvvetlerinin de bu süreçte etkin bir rol üstlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu doğrultuda, ulusal düzeyde kriz yönetim planları geliştirilmiş, ilgili birimlerin görev tanımları netleştirilmiş ve koordinasyon mekanizmaları güçlendirilmiştir. 2023 itibarıyla, Türkiye'nin uluslararası nükleer güvenlik standartlarını yerel prosedürlere entegre etme süreci hız kazanmış, yapay zeka destekli sistemler ve dijital güvenlik çözümleri nükleer tehditlere karşı hazırlık sürecinde önemli bir yer edinmiştir (International Atomic Energy Agency, 2021).



Şekil 5.3 Türkiye’de Nükleer Enerji Kurulmasında Yaşanan Süreç (Çelik, Çeker ve Belge (2015, s. 58).

Şekil 5.3’de gösterildiği üzere, Türkiye’nin nükleer enerjiye yönelik girişimleri 1956 yılından itibaren kesintisiz bir şekilde devam etmekte olup, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlik alanındaki rollerinin geliştirilmesi de bu tarihsel süreçte dayanmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de nükleer güvenlik politikalarının gelişimi, teknolojik ilerlemeler, uluslararası işbirlikleri ve bölgesel güvenlik gereklilikleri doğrultusunda sürekli güncellenmektedir. Kolluk kuvvetleri, nükleer risklere karşı müdahale stratejilerini hem yerel hem de uluslararası düzeyde yeniden yapılandırmakta ve yeni güvenlik paradigmalarına uyum sağlamak için çeşitli reformlar gerçekleştirmektedir. Ancak, nükleer güvenlik alanında sürekli gelişen tehditler göz önünde bulundurulduğunda, mevcut sistemin düzenli olarak güncellenmesi ve yeni teknolojik gelişmelerle entegrasyonu büyük önem taşımaktadır.

5.2. Tehdit Kaynaklarının Belirlenmesi Potansiyel Senaryolar

Nükleer tehdit, geniş bir yelpazede değerlendirilebilecek çok boyutlu bir risk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu risk, nükleer silahların kullanımı, radyoaktif maddelerin kasıtlı salınımı, kazara oluşan nükleer arızalar ve sabotaj girişimleri gibi çeşitli senaryoları kapsamaktadır. 2019 yılında elde edilen resmi veriler, nükleer tehlikenin özellikle terör örgütleri ve radikal unsurlar tarafından kötüye kullanılma ihtimalinde artış olduğunu göstermektedir (Emniyet Genel Müdürlüğü, 2019).

Potansiyel tehdit kaynakları arasında uluslararası terör örgütleri, radikal ideolojilere sahip gruplar ve bazı devlet dışı aktörlerin nükleer malzemelere erişimi temel yer tutmaktadır. Bu aktörlerin, nükleer veya radyolojik bir saldırıyı gerçekleştirmeleri durumunda yaratacağı yıkıcı etkiler, sadece askeri ve güvenlik alanında değil; aynı zamanda ekonomik ve sosyal düzeyde de ciddi sorunlara yol açabilir. Öte yandan, Mayıs 2025’te Hindistan ve Pakistan arasında yaşanan ve iki ülkeyi savaşın eşiğine getiren çatışmalar, nükleer silahların yalnızca devlet dışı aktörler değil, aynı zamanda devletler arası güç mücadelesinde de tehdit unsuru olarak kullanılabileceğini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Benzer şekilde, 2025 Mayıs ayında Hindistan basınında Türkiye’nin Pakistan’a askeri anlamda yardım etmesini öne sürerek Türkiye’ye tehdit içerikli söylemler, nükleer güvenliğin küresel boyutta ne denli hassas ve kırılgan bir mesele olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Tehdit kaynaklarının belirlenmesinde dikkate alınan unsurlar; tehdit aktörlerinin motivasyonları, mevcut teknik kapasiteleri, finansal destek mekanizmaları ve

uluslararası işbirliği ağlarıdır. Bu unsurlar incelendiğinde, nükleer veya radyolojik saldırı senaryolarının olası etkileri daha net çizilebilmektedir. Ayrıca, nükleer teknolojilerin yaygınlaşması ve madde tedarik zincirlerinin karmaşıklığı, kolluk kuvvetlerinin bu tehditlere karşı hazırlık için daha geniş bir perspektif geliştirmesini zorunlu kılmaktadır.

Risk değerlendirmesinde, ulusal güvenlik stratejileri doğrultusunda yapılan modellemeler ve senaryo analizleri, nükleer tehditlerin potansiyel yıkım boyutlarını ortaya koymuştur. Bu analizler, ilgili kurumların deneyimlerinden elde edilen pratik verilerle desteklenmekte olup, özellikle acil müdahale süreçlerinde karşılaşılabilecek zorluklara yönelik kapsamlı öngörüler sunmaktadır.

Tehdit aktörlerinin belirlenmesinde, uluslararası raporlar ve yerel istihbarat verileri kritik rol oynamaktadır. Bu veriler ışığında, nükleer malzemelere erişimin sınırlandırılması, tedarik zincirlerinin ve kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, kolluk kuvvetlerinin, özellikle büyük şehirler ve stratejik bölgelerde yoğunlaşan tehdit unsurlarına karşı daha aktif rol alması gerekmektedir.

Nükleer tehditlere ilişkin potansiyel senaryolar, geniş bir yelpazede değerlendirilebilmektedir. Bir senaryoda, radyoaktif maddelerin kasıtlı salınımı sonucu ortaya çıkacak etkiler, geniş alanlarda yaygın panik ve ekonomik kayıplara yol açabilir. Diğer bir senaryoda ise, nükleer bir cihazın hedef alınması ve bunun sonucunda meydana gelecek fiziksel yıkım, altyapı, sosyal düzen ve ulusal güvenlik açısından ciddi riskler doğuracaktır.

Etki analizinde dikkate alınan temel kriterler arasında; can kaybı, maddi zarar, altyapı tahribatı, sağlık üzerindeki uzun vadeli etkiler ve psikolojik travmalar yer almaktadır. Bu kriterler ışığında yapılan modellemelerde, nükleer senaryoların etkilerini minimize edebilmek için erken uyarı sistemleri, tahliye planları ve acil müdahale stratejileri geliştirilmiştir (Köse, 2019).

5.3. Kolluk Kuvvetleri Üzerindeki Yansımalar

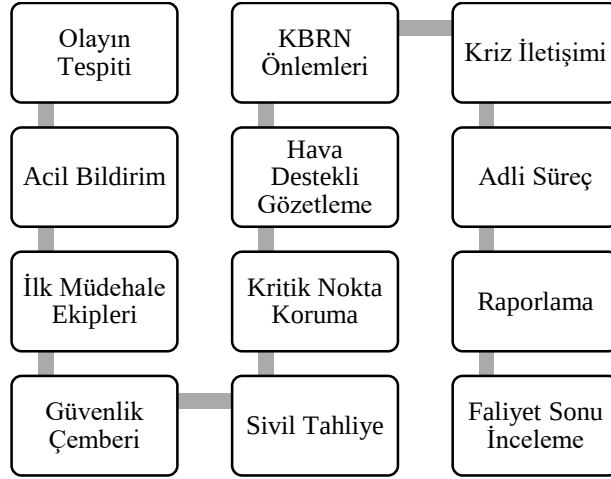
Nükleer tehdit senaryolarının en önemli yansımalarından biri, kolluk kuvvetlerinin operasyonel kapasitesinin ve müdahale kabiliyetinin sınanmasıdır. Bu tür senaryolarda, sadece teknik ekipman ve teknolojik donanım değil; aynı zamanda personelin eğitimi, hazırlanmışlık düzeyi ve iletişim koordinasyonu da büyük önem

taşımaktadır. Kolluk kuvvetleri, acil durumlar karşısında yalnızca olay yerinde müdahale etmekle kalmayıp; aynı zamanda kriz yönetimi, ilk yardım, tahliye ve bilgi akışında da kritik roller üstlenmektedir.

Yapılan saha tatbikatları ve simülasyonlar, nükleer tehditler karşısında kolluk kuvvetlerinin mevcut hazırlık düzeyinin, geliştirilmesi gereken alanlar barındırdığını ortaya koymuştur. Özellikle radyoaktif madde tespit ekipmanlarının, kişisel koruyucu donanımların ve acil müdahale protokollerinin güncelliği, olay anında kritik faktörler olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, resmi kurumların yayımladığı veriler, hem operasyonel hem de stratejik düzeyde iyileştirme gereksinimlerini net bir biçimde ortaya koymaktadır.

Türk kolluk kuvvetleri, nükleer tehdit senaryolarına karşı hazırlık ve müdahale stratejilerini hem ulusal hem de uluslararası normlara uygun olarak yeniden yapılandırma sürecindedir. Bu bağlamda, birimlerin donanım, eğitim ve tatbikat süreçlerinin yanı sıra, uluslararası bilgi paylaşımı ve iş birliği projeleri de hazırlık kapsamına entegre edilmiştir. Türkiye'nin ulusal güvenlik stratejilerinde, nükleer tehditlere karşı önleyici tedbirlerin alınması, risk analizi çalışmalarının derinleştirilmesi ve kriz yönetimi planlarının sürekli güncellenmesi ön planda tutulmaktadır.

Kolluk kuvvetlerinin nükleer tehdiye hazırlığı, sivil ve askeri alanlarda entegre bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Özellikle, acil durum müdahale ekiplerinin eğitimi, radyoaktif madde sızıntısı gibi durumlarda uygulanacak protokollerin uyum içinde çalışması ve merkezi komuta sistemlerinin etkin hale getirilmesi, güvenlik kurumlarının temel hedefleri arasındadır. Bu hedeflere ulaşmak amacıyla, hem teknolojik altyapı yatırımlarında hem de personel geliştirme programlarında önemli mali kaynaklar ayrılmıştır (Güler, 2018). Ayrıca, Türkiye'de kolluk kuvvetlerinin nükleer tehditlere karşı hazırlık süreçleri, hem yerel hem de bölgesel güvenlik stratejileriyle paralel olarak ilerletilmektedir. Bölgedeki jeopolitik değişimler, nükleer enerji projelerinin artması ve teknolojik gelişmelerle birlikte, kolluk kuvvetlerinin stratejik planlama süreçlerinde veriye dayalı karar alma mekanizmaları ön plana çıkmıştır. Uluslararası iş birlikleri ve ortak tatbikatlar, yerel uygulamaların güncellenmesi ve nükleer güvenliğin sağlanması konusundaki ağların güçlendirilmesi açısından kritik rol oynamaktadır.



Şekil 5.4 Jandarma'nın Nükleer Saldırı Sonrası İlk Müdahale Planı (JGK, 2018)

Nükleer tehdide karşı hazırlık sürecinin güçlendirilmesi amacıyla, kolluk kuvvetlerinin altyapısının geliştirilmesi, nükleer risk odaklı eğitimlerin düzenli olarak güncellenmesi ve yapay zekâ destekli izleme sistemlerinin kullanılması önerilmektedir. Bu sayede, hem olay anında etkin müdahale hem de uzun vadeli güvenlik sağlanabilir. Uluslararası deneyimler ve IAEA standartları doğrultusunda, ulusal nükleer güvenlik protokollerinin sürekli gözden geçirilmesi ve güncellenmesi elzemdir. Bu bağlamda, kolluk kuvvetlerinin uluslararası tatbikatlarda aktif rol alması, bilgi transferinin sağlanması ve bilimsel çalışmaların desteklenmesi yerel uygulamaların kalitesini artıracaktır. Türkiye'nin NATO ve IAEA gibi uluslararası kurumlarla iş birliğini derinleştirmesi, eş zamanlı olarak bilimsel araştırmalar ve teknolojik yatırımların desteklenmesi, nükleer tehdidin önlenmesi için kritik adımlardır (Doğan, 2020).

Nükleer tehditlere karşı hazırlık sürecinde, interdisipliner yaklaşımların benimsenmesi, farklı alanlardan uzmanların bir araya getirilmesi ve olası durum senaryolarının simülasyonlarla test edilmesi önerilmektedir. Kolluk kuvvetlerinin, sivil güvenlik kurumları, enerji santralleri ve siber güvenlik birimleriyle oluşturduğu ortak çalışma grupları, nükleer malzeme güvenliği ve kriz anlarında hata payını minimize etme açısından büyük önem taşımaktadır. Bu iş birlikleri sayesinde, hem pratik müdahale kabiliyetinin artırılması hem de teknolojik yeniliklerin uygulanması hız kazanacaktır.

Yerel güvenlik stratejilerinin uluslararası standartlarla uyumunun sağlanması için, düzenli denetimler, tatbikatlar ve eğitim programlarının yanı sıra, teknolojik altyapının

güncellenmesi gerekmektedir. Bu çerçevede, kolluk kuvvetlerinin nükleer güdümlü saldırılara karşı simüle edilmiş müdahale senaryoları oluşturması, kriz anında hızlı ve etkili müdahaleyi garanti altına alacaktır. Ayrıca, bilginin anında paylaşımı ve merkezi yönetim mekanizmalarının güçlendirilmesi, müdahalelerin her seviyede koordineli bir şekilde yürütülmesini sağlayacaktır.

Nükleer tehditlere karşı hazırlık süreçlerinin hızla geliştiği günümüzde, teknolojik yeniliklerin artması, veriye dayalı karar alma mekanizmalarının ön plana çıkması ve uluslararası iş birliği protokollerinin güçlendirilmesi beklenmektedir. Gelecekte, yapay zeka destekli erken uyarı sistemlerinin, risk tespitinde ve müdahale planlamasında klasik yöntemlerle entegrasyonu sayesinde, nükleer tehditlere karşı alınacak önlemlerin etkinliği artacaktır. Ayrıca, siber saldırılara karşı geliştirilmiş koruma yöntemlerinin, nükleer güdümlü olay senaryoları ile birleşmesi, kolluk kuvvetlerinin müdahale kapasitesini yükseltecektir. Öngörülen bu trendler, Türkiye'nin ulusal güvenlik stratejilerinde nükleer tehdidin öncelikli bir alan haline gelmesine yol açacak; dolayısıyla, kamu kurumları ve kolluk kuvvetlerinin bu doğrultuda sürekli adaptasyona gitmesi gerekecektir.

Öte yandan, nükleer güvenlik alanında yaşanan küresel gelişmeler, bilgi paylaşımının ve ortak operasyonların yoğunlaşmasıyla birlikte, Türkiye'nin de uluslararası arenada daha entegre bir rol üstlenmesini gerektirecektir. Bu durum, kolluk kuvvetlerinin sahip olduğu teknik bilgi, insan kaynağı ve müdahale prosedürlerinin sürekli güncellenmesi ve uluslararası standartlara paralel hale getirilmesi ile mümkün olacaktır. Böyle bir adaptasyon süreci, yerel kriz yönetimi mekanizmalarının güçlendirilmesinin yanı sıra, uluslararası iş birliği ağlarının da etkin bir şekilde devreye alınmasını zorunlu kılacaktır.

Nükleer tehditlerin giderek çeşitlenmesi ve artış göstermesi, güvenlik birimlerinin ve kolluk kuvvetlerinin mevcut stratejilerini gözden geçirmesini zorunlu kılmıştır. Bu tür tehditlere yönelik müdahale süreçleri, klasik güvenlik anlayışının ötesinde; disiplinler arası koordinasyon, teknik uzmanlık ve özel eğitim gerektiren kapsamlı bir yaklaşımı şart koşturmaktadır. Bu kapsamda, Emniyet Genel Müdürlüğü, Jandarma Genel Komutanlığı ve AFAD gibi kurumların işbirliği, nükleer risklerin belirlenmesi ve bertaraf edilmesi konusunda kritik bir rol oynamaktadır (Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı, 2015). Kolluk kuvvetlerinin radyoaktif madde tespiti, sınır güvenliği kontrolleri ve acil durum müdahale prosedürleri gibi alanlarda özel olarak eğitilmesi,

tehdit senaryolarına karşı hızlı ve etkili yanıt verme kapasitesini artırmaktadır.

5.4. Önleyici Stratejiler

Eylem planının ilk aşaması, nükleer tehdit senaryolarının önlenmesi ve etkilerinin azaltılması amacıyla alınacak önleyici tedbirleri kapsamaktadır. Bu stratejiler, risk kaynaklarının erken tespiti, ulusal ve yerel güvenlik ağlarının güçlendirilmesi ve bilgi paylaşımının etkinleştirilmesine yönelik adımları içermektedir. Resmi kurumlar arasında yapılan koordinasyon toplantıları ve bilgi paylaşım protokolleri, önleyici stratejilerin temel unsurlarındandır (İçişleri Bakanlığı, 2020).

Önleyici stratejiler kapsamında, kolluk kuvvetlerinin görev alanında yer alan her personelin, nükleer ve radyolojik tehditlere ilişkin güncel bilgilerle donatılması sağlanmalıdır. Bu amaçla, düzenli eğitim programları, seminerler ve uluslararası tatbikatlar uygulanmalı; ayrıca, teknolojik altyapının modernizasyonu hızlandırılmalıdır. Böylece, riskin ortaya çıkması durumunda, olayın büyüklüğü minimize edilebilir ve müdahale süreci hızlandırılabilir. Bu stratejilerin bir diğer önemli bileşeni, nükleer malzemelerin izlenmesi ve kontrol altına alınmasıdır. Ulusal güvenlik ajansları, yasa dışı malzeme hareketlerini tespit edebilmek için gelişmiş izleme sistemleri kullanmakta, JSON formatında veri analizleri aracılığıyla şüpheli aktiviteleri önceden belirlemeye çalışmaktadır. Ayrıca, uluslararası işbirlikleri çerçevesinde bilgi alışverişi artırılarak, nükleer madde güvenliğinin sağlanması desteklenmektedir (UNODC, 2011).

5.4.1. Operasyonel Müdahale Protokolleri

Operasyonel müdahale protokolleri, nükleer tehdit senaryolarında kolluk kuvvetlerinin etkin olarak harekete geçebilmesini ve olayın kontrol altına alınmasını amaçlayan adımları kapsamaktadır. Bu protokoller; acil durum planlaması, saha müdahale taktikleri, iletişim prosedürleri ve kriz yönetimi adımlarını içerecek şekilde detaylandırılmıştır. Protokollerin güncellenmesi, olayların ortaya çıkış biçimine göre esnek ve dinamik müdahalelerin gerçekleştirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Operasyonel müdahale sürecinde, ilk etapta tehdidin kaynağına ilişkin hızlı tespit ve değerlendirme yapılmalı, risk altındaki bölgeler belirlenmelidir. Bu bağlamda, mobil müdahale üniteleri, radyolojik tespit cihazları ve acil tıbbi müdahale ekipleri

koordineli bir biçimde çalışarak, olayın yayılımı engellenmeye çalışılmalıdır. Özellikle kritik noktalarda kurulacak müdahale merkezleri ile yerel yönetimlerle yapılan işbirliği, senaryonun etkilerini sınırlamak için büyük önem taşımaktadır.

Protokollerin uygulanması sırasında, her aşamada görev dağılımı net biçimde belirlenmiş olmalı; olay anında hangi birimlerin devreye gireceği, hangi iletişim kanallarının kullanılacağı ve bilgi akışının nasıl sağlanacağı önceden planlanmış olmalıdır. Bu sayede, olayın kontrol altına alınması için gerekli tüm insan gücü ve teknolojik donanım etkili bir biçimde çalıştırılabilir.

5.4.2. İletişim ve Koordinasyon

Nükleer tehdidin ortaya çıkması durumunda, doğru ve hızlı iletişim hayat kurtarıcıdır. Bu kapsamda, acil durum iletişim kanalları güçlendirilmiş, internet tabanlı platformlar, mobil uygulamalar ve radyo frekansı üzerinden iletişim desteklenmiştir.

İletişim ve koordinasyon stratejileri arasında, her kurumun görev ve sorumluluklarının netleştirilmesi, tatbikatlarla bu yapıların test edilmesi ve acil durum senaryoları doğrultusunda düzenli toplantılar yapılması bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, bilgi teknolojilerinin etkin kullanımı, veri güvenliği ve hızlı raporlama mekanizmaları ön plana çıkmaktadır.

Ayrıca, uluslararası ve bölgesel kurumlarla yapılacak işbirliği, özellikle sınır ötesi tehdit senaryolarında bilgi paylaşımını kolaylaştıracaktır. Tüm bu önlemler, olay anında bilgi akışının sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesini ve müdahale sürecinin kusursuzca kontrol altına alınmasını hedeflemektedir.

5.4.3. Personel Eğitimi ve Tatbikatlar

Kolluk kuvvetlerinin nükleer tehditlere karşı hazırlıklı olabilmesinde personel eğitiminin önemi büyüktür. Bu bağlamda, düzenli olarak gerçekleştirilen eğitim seminerleri, senaryo tabanlı tatbikatlar ve ulusal/uluslararası işbirliği çalışmaları, personelin güncel bilgi ve becerilerle donatılmasını sağlamaktadır. Eğitim programları; nükleer güvenlik, radyolojik müdahale, kriz yönetimi ve iletişim gibi alanlarda derinlemesine bilgi sahibi olunmasını amaçlamaktadır.

Personelin eğitimi, yalnızca teorik bilgiyle sınırlı kalmayıp; aynı zamanda uygulamalı müdahale becerilerinin geliştirilmesine yönelik interaktif yöntemlerle de desteklenmektedir. Bu eğitim süreçleri, nükleer tehdit senaryolarına karşı hazırlık

düzeyinin sürekli iyileştirilmesinde temel rol oynamaktadır.

Türkiye’de nükleer tehdidin tarihsel gelişimi, bölgesel güvenlik dinamikleri ve teknolojiideki sürekli ilerleme, kolluk kuvvetlerinin karşılaştığı zorlukların artmasına neden olmuştur. Bu durum, soğuk savaş sonrası dönemden günümüze kadar uzanan geniş bir perspektiften değerlendirildiğinde, ülke genelinde altyapısal ve örgütsel gelişimin ne kadar kritik olduğunu gözler önüne sermektedir.

Uzun vadeli senaryolarda, nükleer bir olayın sadece fiziksel yıkımın ötesinde, toplumsal travma, sağlık sisteminde yaşanacak tıkanıklıklar ve ekonomik kayıplar gibi çok katmanlı etkileri olduğu gözlemlenmektedir. Analizler, olay anında alınacak müdahale stratejilerinin, etkin bilgi akışı, koordinasyon ve hızlı karar alma mekanizmalarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Teoride öngörülen müdahale planlarının saha uygulamalarında test edilmesi, eksikliklerin ve iyileştirme alanlarının belirlenmesinde kritik rol oynamaktadır.

Ayrıca, uluslararası alanda nükleer tehditlere karşı alınan önlemlerin karşılaştırılması, Türkiye’deki uygulamaların hangi noktalarda iyileştirilmesi gerektiğine dair detaylı ipuçları vermektedir. Özellikle, Avrupa Birliği üyesi ülkelerde uygulanan erken uyarı ve müdahale sistemleri, Türkiye için örnek teşkil edebilecek niteliktedir. Bu bağlamda, uluslararası işbirliği yarışmasına katılımın artırılması, hem teknolojik altyapının yenilenmesi hem de operasyonel stratejilerin güncellenmesi açısından faydalı olacaktır.

5.4.4. Kısa Vadeli Stratejiler

Kısa vadeli stratejiler kapsamında, öncelikle mevcut durumun hızlıca değerlendirilebilmesi için bir “Acil Müdahale Komitesi” oluşturulması önerilmektedir. Bu komite, kriz anında nükleer tehditlere birebir müdahalede bulunacak, olay anında haberleşme ve koordinasyonu sağlayacak merkez niteliğindeki bir yapıyı hayata geçirecektir. Ayrıca:

- Nükleer ve kimyasal tehditlerle ilgili düzenli eğitim ve tatbikatların artırılması,
- Mevcut iletişim altyapısının test edilerek olası aksaklıkların giderilmesi,
- Acil durum planlarının, ulusal standartlara göre güncellenmesi ve tüm kolluk kuvvetlerine ulaştırılması,
- Yerel ve ulusal kriz durumlarında koordinasyonu sağlayacak teknoloji ve ekipman yatırımlarının hızlandırılması.

Bu stratejiler, olay anında hızlı tepki verilmesi ve paniğin önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

5.4.5. Orta Vadeli Stratejiler

Orta vadede, kolluk kuvvetlerinin nükleer tehditlere karşı tüm operasyonel ve teknik kapasitesinin artırılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda:

- Ulusal güvenlik stratejilerine entegre edilecek uzun dönemli bir nükleer risk yönetim planı hazırlanması,
- Özel sektör ve akademik kurumlarla işbirliği içerisinde, nükleer kriz teknolojileri ve müdahale cihazlarına yönelik Ar-Ge projeleri desteklenmesi,
- Uluslararası işbirliği çerçevesinde deneyim değişim programları ve ortak tatbikatlar düzenlenmesi,
- Risk analizlerine dayalı senaryo simülasyonları düzenlenerek, olay anında uygulanacak müdahale prosedürleri sürekli güncellenmesi;

Orta vadeli stratejiler, sadece mevcut eksiklikleri gidermekle kalmayıp, aynı zamanda gelecekte oluşabilecek karmaşık nükleer tehditlerine karşı proaktif bir yaklaşım geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu stratejilerin uygulanması, aynı zamanda kolluk kuvvetlerinin uluslararası standartlarda eğitim ve ekipmanla donatılmasına da katkı sağlayacaktır.

5.4.6. Uzun Vadeli Stratejiler ve Süreklilik Sağlanması

Uzun vadeli stratejiler, nükleer tehdit senaryolarına karşı sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler üretmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda:

- Nükleer güvenlik alanında sürekli olarak güncellenen bir strateji doktrini oluşturularak, yıllık raporlamalar ve değerlendirmeler yapılması,
- Kolluk kuvvetlerine yönelik ileri teknoloji yatırımları, örneğin, yapay zeka destekli risk tespit sistemleri, gelişmiş siber güvenlik altyapıları teşvik edilmesi,
- Ulusal ve uluslararası düzeyde ortak müdahale mekanizmaları kurulması, kriz yönetimi için entegre bir yanıt sistemi oluşturulması,
- Hukuki altyapının güçlendirilmesi ve mevzuat ile uluslararası normları kapsayan düzenlemelerin yapılması;

Uzun vadeli stratejilerin uygulanmasında, sürekli eğitim programları, teknolojik gelişmelerin takip edilmesi ve uluslararası işbirliğinin derinleştirilmesi kilit rol oynamaktadır. Bu stratejilerin yerel düzeyde uygulanması, ülkenin nükleer tehditlere karşı tüm halkla işbirliği içinde hazırlıklı olmasını sağlayacak bütünsel bir siber-fiziksel savunma mekanizması oluşturacaktır.

5.4.7. Uygulama Aşamaları ve İzleme Mekanizmaları

Eylem planının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için detaylı uygulama aşamaları ve sürekli izleme mekanizmaları oluşturulması gerekmektedir. Bu noktada:

- Her düzeyde (merkezi, bölgesel, yerel) görev ve sorumlulukların net olarak tanımlanması,
 - Düzenli tatbikatlar, simülasyonlar ve performans değerlendirmelerinin yapılması,
 - Gerçekleştirilen müdahale faaliyetlerinin raporlanması ve analiz edilerek sistematik iyileştirmelerin planlanması,
 - Kriz yönetiminde karşılaşılan aksaklıkların, raporlar aracılığıyla üst makamlara bildirilip, anında düzeltilmesi için hızlı geri bildirim mekanizmalarının kurulması.
- İzleme ve değerlendirme süreci, uygulanan stratejilerin etkinliğini ölçme amacıyla periyodik olarak yapılmalıdır. Bu amaçla, merkezi bir değerlendirme komitesi aracılığıyla, olay sonrası yapılan analizler ve geribildirimlerle stratejiler güncellenmekte; geleceğe yönelik düzeltici adımlar planlanmaktadır.

6. NÜKLEER GÜVENLİĞİN GELECEĞİ VE ÖNERİLER

6.1. Türkiye’de Nükleer Güvenliğin Güçlendirilmesi İçin Öneriler

Nükleer güvenlik, bir ülkenin enerji politikaları ve ulusal güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de nükleer enerji yatırımları artarken, güvenliğin sağlanması ve sürdürülebilir politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Nükleer güvenliğin güçlendirilmesi, teknik altyapının iyileştirilmesi, yasal düzenlemelerin güncellenmesi, kolluk kuvvetlerinin etkin rol alması ve insan kaynağının geliştirilmesi gibi çok boyutlu bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır. Nükleer tesislerde güvenlik sistemlerinin uluslararası standartlara uygun olarak modernize edilmesi, güçlü siber güvenlik önlemlerinin alınması ve gelişmiş izleme sistemlerinin kullanılması gereklidir. Ayrıca, acil durum planlarının geliştirilmesi ve düzenli tatbikatlarla test edilmesi, olası kazalara karşı hazırlıklı olunmasını sağlayacaktır (IAEA, 2021). Etkili bir yasal çerçeve oluşturulması, mevcut mevzuatın uluslararası standartlarla uyumlu hâle getirilmesi ve bağımsız bir düzenleyici otoritenin şeffaflık ilkesiyle çalışması önem arz etmektedir. Bu noktada, kolluk kuvvetlerinin nükleer tesislerin çevresinde güvenliği sağlaması, tehditleri tespit etmesi ve acil müdahale süreçlerine entegre olması kritik bir rol üstlenmektedir. İnsan kaynağı açısından, üniversitelerde nükleer mühendislik ve güvenlik alanlarında eğitim programları desteklenmeli, çalışan personelin sürekli eğitimi sağlanmalı ve uluslararası sertifikasyon programlarına katılım teşvik edilmelidir. Bu kapsamlı yaklaşım, Türkiye’de nükleer güvenliğin sürdürülebilir şekilde sağlanmasına katkıda bulunacak, uluslararası iş birliği ve bilimsel araştırmaların teşviki ile desteklenmelidir. Nükleer enerjinin güvenli kullanımı, Türkiye’nin enerji politikalarında sürdürülebilir bir gelecek için kritik bir unsur olmaya devam edecektir.

6.2. Nükleer Güvenlikte Kolluk Kuvvetlerinin Proaktif Rolü

Kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikte proaktif rolü, sadece olay anında müdahaleyi değil, aynı zamanda kriz öncesinde risk analizleri ve halkın bilinçlendirilmesi çalışmalarını da kapsamaktadır. Proaktif stratejiler arasında, nükleer kriz simülasyonları, tatbikatlar, risk senaryosu oluşturma ve eğitim programları yer almaktadır (Erdoğan, 2019). Bu stratejiler, nükleer tesislerin ve çevre bölgelerin risk

analizlerinin düzenli yapılmasını, bilgi güncellemelerinin sürekli sağlanmasını ve kamuoyunun da bu konuda bilgilendirilmesini sağlamaktadır.

Bu proaktif yaklaşımın etkinliğini artırmak adına kolluk kuvvetleri, ilgili diğer kurum ve kuruluşlarla koordineli bir şekilde hareket etmektedir. Nükleer tesislerin güvenlik zafiyetlerine karşı yapılan önleyici denetimler, teknik altyapının değerlendirilmesi ve çevresel gözlem faaliyetleri düzenli olarak sürdürülmektedir. Ayrıca istihbarat birimleriyle iş birliği içinde yürütülen çalışmalar sayesinde, olası sabotaj veya terör tehditleri önceden tespit edilmeye çalışılmaktadır. Kolluk kuvvetleri, halkla ilişkiler birimleri aracılığıyla toplumun nükleer güvenlik konusunda bilinçlendirilmesine katkı sağlamakta; güven artırıcı ziyaretler, bilgilendirme toplantıları ve kamu spotları gibi araçlarla toplumla sürekli iletişim halinde bulunmaktadır. Bu kapsamlı yaklaşım, nükleer tehditlere karşı yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda toplumsal dayanıklılığı da güçlendirmeyi hedeflemektedir.

6.3. Güncel Vakalar Üzerine Değerlendirmeler

6.3.1. Doel Vakası - 2014

2014 yılında Belçika'nın Doel Nükleer Santrali'nde meydana gelen sabotaj vakası, nükleer tesislerin yalnızca dış tehditlere değil, aynı zamanda içeriden gelebilecek saldırılara karşı da savunmasız olabileceğini ortaya koymuştur. Santralin türbin soğutma sistemine yönelik bilinçli bir müdahale sonucunda reaktör otomatik olarak kapanmış ve ciddi bir ekonomik kayıp yaşanmıştır. Her ne kadar olayda herhangi bir radyoaktif sızıntı gerçekleşmemiş olsa da, bu durum nükleer tesislerin güvenlik açıklarını ve risk yönetimi süreçlerinin ne kadar kritik olduğunu gözler önüne sermiştir. Olayın ardından Belçika kolluk kuvvetleri, federal güvenlik birimleri ile koordineli bir şekilde soruşturma başlatmış; olay yeri hızlı bir şekilde güvenlik çemberine alınarak olası ikincil tehditler bertaraf edilmiştir. Ayrıca, bu süreçte ulusal güvenlik protokolleri yeniden gözden geçirilmiş ve nükleer tesis güvenliğine ilişkin iç tehdit analizlerinin kapsamı genişletilmiştir. Bu olay, nükleer güvenliğin yalnızca fiziksel güvenlik önlemleri ile sınırlı kalamayacağını, aynı zamanda iç tehditlere, personel güvenliğine ve siber güvenliğe yönelik çok katmanlı stratejilerin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Aydın, 2016).

6.3.2. Stuxnet Siber Saldırısı - 2010

Nükleer tesisler, yalnızca fiziksel tehditlerden değil, dijital saldırılardan da etkilenebilecek kritik altyapılardır. 2010'da Stuxnet adlı siber saldırı, İran'ın Natanz nükleer tesisine yönelik olarak nükleer santrifüjlerin kontrol sistemlerini hedef almış ve önemli operasyonel aksaklıklara yol açmıştır. Bu saldırı, dijital güvenlik açıklarını ve nükleer tesislere yönelik siber tehditlerin ciddiyetini gözler önüne sermiştir (Kushner, 2013). Benzer şekilde, 2015'te Ukrayna enerji şebekesine yönelik gerçekleştirilen siber saldırılar, sadece enerji tedarikini değil, aynı zamanda halk güvenliğini de tehdit etmiştir. Bu durum, kolluk kuvvetlerinin dijital tehditlere karşı fiziksel güvenlik önlemlerinin yanı sıra siber güvenlik alanında da stratejik hazırlık yapmaları gerektiğini göstermektedir.

Nükleer tesislerdeki dijital altyapıların güvenliği, fiziksel güvenlik kadar önemlidir. Kolluk kuvvetleri, siber güvenlik uzmanlarıyla iş birliği yaparak bu tehditlere karşı hızlı ve etkili müdahale etmesi hayati öneme sahiptir. IAEA'nın Nuclear Security Series serisi, siber güvenlik tehditlerine karşı alınacak önlemler hakkında rehberlik sunan önemli bir kaynaktır ve kolluk kuvvetlerinin bu standartlara uygun stratejiler geliştirmesi gerekmektedir (IAEA, 2011). Ayrıca, devlet destekli siber saldırılar ve organize suç örgütlerinin dijital tehdit oluşturma kapasitesi, kolluk kuvvetlerinin siber güvenlik konusunda güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kolluk kuvvetlerinin dijital tehditlere karşı sadece fiziksel güvenlik değil, aynı zamanda dijital saldırılara karşı savunma stratejileri de geliştirmeleri gerekmektedir.

6.3.3. COVID-19 ve Nükleer Güvenlik İlişkisi – 2020

2020 yılında dünya genelinde etkisini gösteren COVID-19 pandemisi, nükleer tesislerde personel eksikliği ve yönetsel aksaklıklara neden olmuş, bu da olası nükleer ya da radyolojik olayların riskine ilişkin endişeleri artırmıştır. Özellikle Fransa gibi ülkelerde, kolluk kuvvetleri bu süreçte nükleer tesislerin güvenliğini sağlamak amacıyla personel eksikliklerine karşı çeşitli önlemler almış, dış tehditlere karşı hazırlıklarını artırmış ve halkın doğru bilgilendirilmesi için stratejiler geliştirmiştir. Bu durum, nükleer güvenliğin sadece teknik bir mesele değil, aynı zamanda kamu düzeni ve kriz yönetimi açısından da önemli bir unsur olduğunu göstermiştir.

Pandemi süresince, kolluk kuvvetleri hem sağlık krizine hem de olası güvenlik risklerine karşı hızlı müdahale ve halkın bilinçlendirilmesi noktasında öncü bir rol üstlenmiştir. Nükleer güvenlik protokollerinin pandemi koşullarına uyarlanması kapsamında sosyal mesafe önlemleri alınmış, aşılanmanın önemi vurgulanmış ve tesislerdeki güvenlik önlemleri yeniden yapılandırılmıştır. Avrupa genelinde ise nükleer santraller, düşük karbonlu elektrik üretiminin sürekliliğini sağlamak amacıyla faaliyetlerine ara vermeksizin devam etmiş, bu süreçte hem iş gücünün korunması hem de enerji arz güvenliğinin sürdürülebilirliği için yüksek güvenlik standartları benimsenmiştir. Avrupa Birliği genelinde faaliyet gösteren nükleer santraller, bu dönemde elektrik üretiminin yaklaşık üçte birini karşılamış; yüksek kapasite faktörü (%85-90) ve yakıt tedarikinde sağlanan süreklilik, nükleer enerjiyi güvenilir bir kaynak haline getirmiştir (Nuclear Europe, 2020).

Bu olaydan elde edilen dersler, nükleer güvenliğin yalnızca teknik bir konu olmadığını, aynı zamanda halkın bilinçlendirilmesi, doğru bilgi akışının sağlanması ve farklı birimlerle etkin koordinasyonun kritik bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur. Kolluk kuvvetlerinin bu süreçteki proaktif yaklaşımları, gelecekteki nükleer güvenlik stratejilerinin şekillendirilmesinde temel bir unsur olmuştur.

6.4. Halkın Bilinçlendirilmesi ve Eğitim Programları

Nükleer güvenlik, yalnızca yetkili kurumların ve kolluk kuvvetlerinin sorumluluğunda olan bir alan değil, aynı zamanda halkın da bilinçli bir şekilde sürece dahil edilmesini gerektiren kritik bir konudur. Halkın nükleer tehditler ve güvenlik önlemleri hakkında bilinçlendirilmesi, olası riskler karşısında panik yerine doğru müdahale süreçlerine güven duyulmasını sağlamak açısından önemlidir. Bu bağlamda, etkili eğitim programlarının oluşturulması ve sürdürülebilir bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi gerekmektedir.

Öncelikle, halkın nükleer güvenlik konusundaki bilgi seviyesini artırmak amacıyla kapsamlı eğitim programları hazırlanmalıdır. Bu programlar, nükleer kazalar, radyasyonun etkileri, acil durum prosedürleri ve korunma yöntemleri gibi temel konuları içermelidir (UNSCEAR, 2019). Eğitim içerikleri, farklı yaş grupları ve toplumsal kesimlere hitap edecek şekilde uyarlanmalı; ilkokuldan üniversiteye kadar

eğitim müfredatına entegre edilmelidir. Ayrıca, kamu kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları tarafından organize edilecek seminerler, atölye çalışmaları ve tatbikatlarla halkın katılımı teşvik edilmelidir (IAEA, 2020).

Bilgilendirici kampanyalar da halkın farkındalığını artırmada etkili bir yöntemdir. Televizyon, radyo, sosyal medya ve diğer dijital platformlar kullanılarak, nükleer güvenlikle ilgili temel bilgiler geniş kitlelere ulaştırılmalıdır. Özellikle kriz anlarında doğru bilgi akışının sağlanması için devlet kurumlarının resmî bilgilendirme kanalları güçlendirilmeli ve halkın yanlış bilgilendirilmesini önleyici adımlar atılmalıdır (European Commission, 2021).

Tatbikatlar, halkın nükleer tehditler karşısındaki hazırlık seviyesini artırmanın en etkili yollarından biridir. Acil durum planlarının uygulanabilirliğini test eden bu tatbikatlar sayesinde, toplumun kriz anlarında nasıl hareket edeceği konusunda pratik bilgi edinmesi sağlanabilir. Özellikle, nükleer santral bölgelerinde yaşayan halk için belirli periyotlarla düzenlenecek tahliye tatbikatları büyük önem taşımaktadır (FEMA, 2018). Ayrıca, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları ile iş birliği içinde toplumu bilinçlendirmeye yönelik projeler geliştirilmeli, bu projeler uzun vadeli olarak uygulanmalıdır. Halkın nükleer güvenlik konusundaki farkındalığını sürekli olarak güncel tutmak için interaktif eğitim materyalleri, sanal simülasyonlar ve mobil uygulamalar gibi yenilikçi yöntemlerden yararlanılabilir (OECD-NEA, 2022).

Nükleer güvenlik konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve eğitim programlarının yaygınlaştırılması, toplumun kriz anlarında bilinçli ve organize hareket etmesini sağlamak açısından hayati öneme sahiptir. Etkili eğitim stratejileri, bilgilendirici kampanyalar, tatbikatlar ve modern teknolojilerin kullanımıyla toplumun nükleer güvenliğe yönelik farkındalığı artırılabilir. Böylece, halkın sürece aktif olarak dahil edilmesi, ulusal nükleer güvenlik sisteminin güçlendirilmesine önemli bir katkı sağlayacaktır.

6.5. Kolluk Kuvvetlerinin Kapasitelerinin Artırılması İçin Öneriler

Kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlik alanındaki kapasitelerinin daha da artırılabilmesi için mevcut yasal düzenlemelerin uluslararası standartlarla daha uyumlu hale getirilmesi ve uygulamada etkinliğinin güçlendirilmesi önem taşımaktadır. Mevcut mevzuatın, eğitim, müdahale, acil durum planlaması ve teknolojik altyapı yatırımlarını kapsayan hükümlerle daha da geliştirilmesi; ayrıca

nükleer tesislere yönelik güvenlik operasyonlarını daha net tanımlayan düzenlemelerle desteklenmesi, uygulamada bütüncül bir güvenlik anlayışının oluşmasına katkı sağlayacaktır. 2024 yılında, bu doğrultuda bazı yasal düzenlemelerin gözden geçirildiği ve özellikle hibrit tehditlere karşı kapsamın genişletildiği görülmektedir.

Etkin bir güvenlik anlayışı için uluslararası örneklerden hareketle kapsamlı eğitim ve tatbikat programları geliştirilmeli, düzenli uygulamalı eğitimler ile kolluk kuvvetlerinin kriz anlarında hızlı ve etkili müdahale stratejileri geliştirmesi sağlanmalıdır (UNODC, 2018). Bu bağlamda 2025 yılında Jandarma Koruma Taburu tarafından yürütülen senaryo temelli eğitimlerde, radyolojik tehditler, kimyasal maruziyetler ve acil durum tahliye uygulamalarına yönelik pratikler öne çıkmıştır.

Ayrıca, teknolojik altyapının güçlendirilmesi kritik öneme sahiptir; izleme, tespit ve müdahale teknolojilerinin entegrasyonu ile nükleer tehditlerin erken safhada belirlenmesi sağlanabilir. 2024 itibarıyla kolluk birimlerinin kullandığı izleme sistemlerine yapay zeka destekli analiz araçları entegre edilmiş; veri analitiğine dayalı erken uyarı sistemleriyle risk yönetiminde önemli bir gelişim kaydedilmiştir.

Bunun yanı sıra, savunma, enerji ve acil durum yönetimi gibi farklı kurumlarla kurumsal işbirliği güçlendirilmeli, ulusal düzeyde koordinasyon mekanizmaları oluşturulmalıdır (European Commission, 2018). Söz konusu iş birliklerinin daha etkin hale getirilmesi amacıyla 2024 yılında çeşitli kurumlar arasında protokoller güncellenmiş ve ortak çalışma grupları oluşturulmuştur.

Tüm bu süreçlerin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için mevcut finansal kaynakların etkin kullanımı önem taşımakta; ulusal bütçeye ek olarak, uluslararası fon ve iş birliklerinden yararlanılarak uzun vadeli mali planlamaların güçlendirilmesi faydalı olacaktır (Akgün, 2018). Bu doğrultuda, 2024 yılında Avrupa Komisyonu ve IAEA destekli projeler aracılığıyla pilot bölgelerde nükleer güvenlik yatırımlarına yönelik fon aktarımı sağlanmıştır.

Kamuoyunun bilinçlendirilmesi de önemli bir unsurdur; bilgilendirici kampanyalar, seminerler ve eğitim çalışmaları aracılığıyla toplumun nükleer güvenlik konularında farkındalığı artırılmalıdır (Özdemir, 2020). Bu çerçevede, 2024–2025 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığı iş birliğiyle ortaöğretim kurumlarında radyasyon güvenliği ve acil durum bilincini artırmaya yönelik farkındalık çalışmaları yürütülmüştür.

Siber güvenlik tehditlerinin artmasıyla birlikte, kolluk kuvvetlerinin dijital altyapılarının korunması için siber güvenlik önlemleri alınmalı ve yapay zeka, büyük

veri analizi gibi yeni nesil teknolojiler entegre edilmelidir (Demir, 2017). Bu kapsamda, 2025 yılı itibarıyla Jandarma Siber Suçlarla Mücadele Daire Başkanlığı tarafından nükleer güvenlik alanında görevli birimlere yönelik siber güvenlik protokolleri geliştirilmiş ve sahaya entegre edilmiştir.

Bu önerilerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yasal, eğitimsel, teknolojik ve finansal bileşenlerin entegre çalışmasını esas alan stratejik bir çerçeve oluşturulmalıdır. Ulusal düzeyde stratejik planlama yapılmalı, proje bazlı yaklaşımlar teşvik edilmeli, bağımsız denetim mekanizmaları ile uygulamaların etkinliği izlenmeli ve kamu-özel sektör iş birlikleri güçlendirilmelidir (Arslan, 2019; Aydın, 2017; Gül, 2019). Ayrıca, nükleer güvenlik sahalarında keşif ve gözetleme faaliyetlerinin etkinliğini artırmak amacıyla insansız hava araçlarından (İHA) faydalanılması, teknolojik kapasitenin güvenlik uygulamalarına entegrasyonunu destekleyecektir. 2025 yılı içerisinde ASELSAN tarafından geliştirilen İHA sistemlerinin güvenlik bölgelerinde test edilerek göreve alınması, bu alandaki teknolojik dönüşümü somutlaştırmıştır.

Uygulama süreçlerinin başarısı, performans göstergeleri üzerinden düzenli olarak değerlendirilerek, sürekli iyileştirme döngüleri oluşturulmalıdır (Ertem, 2018). Bu doğrultuda, 2024–2025 yıllarında İçişleri Bakanlığı tarafından uygulamaya alınan “Kritik Altyapılar Güvenlik İzleme Projesi” kapsamında performans ölçütlerine dayalı yıllık değerlendirme raporları hazırlanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye’de nükleer enerji kullanımının arttığı ve nükleer güvenlik önlemlerinin giderek daha fazla önem kazandığı bir dönemde, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlikteki rolünü kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamıştır. Literatürde genellikle teknik altyapı, radyasyon koruması ve uluslararası sözleşmelerin uygulanması gibi konular ön plana çıkarken, bu çalışmada kolluk kuvvetlerinin, yani kamu güvenliğinden sorumlu kurumların, nükleer güvenlik alanındaki uygulamaları, yasal yetki sınırları ve bu alandaki kapasiteleri daha geniş bir perspektifle ele alınmıştır. Bu yönüyle, araştırma nükleer güvenliğin sadece teknik değil, aynı zamanda güvenlik politikaları, hukuk düzeni ve toplumsal etkileşim boyutlarıyla da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koyarak özgün bir katkı sunmuştur. Türkiye, Akkuyu Nükleer Güç Santrali gibi büyük projelerle nükleer enerjiye adım atarken, bu alandaki güvenlik önlemlerinin etkinliği hem ulusal güvenlik hem de uluslararası yükümlölükler açısından kritik bir öneme sahiptir. Kolluk kuvvetlerinin, nükleer güvenlikteki rollerinin güçlendirilmesi, sadece güvenlik değil, aynı zamanda toplumun nükleer enerjinin güvenli kullanımına olan güvenliğini pekiştirecektir.

Elde edilen bulgular, nükleer güvenliğin sağlanması mühendislik çözümlerinin yanı sıra, kamu düzeni ve güvenliğinden sorumlu birimlerin etkinliğinin de sistemin başarısında kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Nükleer tesislerin çevresel güvenliğinin sağlanması, yasa dışı nükleer madde ticaretinin engellenmesi, sınır güvenliği uygulamalarının güçlendirilmesi ve olası nükleer terörizme karşı alınacak önlemler gibi çok boyutlu tehditlerin bertaraf edilmesi ancak disiplinler arası bir iş birliği ile mümkündür. Bu bağlamda kolluk kuvvetlerinin rolü; koruyucu önlemlerden, caydırıcılık mekanizmalarının uygulanmasına, acil durumlara müdahaleden toplumsal farkındalık oluşturulmasına kadar geniş bir görev yelpazesi içermektedir.

Türkiye’deki nükleer güvenlik sistemlerinin daha etkin hale getirilmesi için bir dizi öneri sunulmaktadır. Son yıllarda bu alanda atılan yapısal adımlar ve kurumsal gelişmeler, Türkiye’nin nükleer güvenlik konusundaki kararlılığını ortaya koymaktadır. İlk olarak, yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de nükleer güvenlik alanında çıkarılmış mevcut yasaların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve uluslararası standartlara uyum sağlanması için sürekli güncellenmesi gereklidir. Bu süreç, kolluk kuvvetlerinin görevlerini daha etkin ve verimli şekilde yerine getirebilmesine katkı sunacaktır. Bu doğrultuda, çalışmanın

sonuçları, nükleer güvenlik alanında aşağıda detaylandırılan başlıklar çerçevesinde politika yapıcılara yönelik birtakım öneriler geliştirilmiştir.

Yasal düzenlemelere yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur: Türkiye’de nükleer güvenlik alanında mevcut yasal düzenlemelerin güncellenmesi, uluslararası güvenlik standartlarına tam uyumun sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Kolluk kuvvetlerinin yetki sınırlarının açık biçimde tanımlandığı ve görev alanlarının netleştirildiği düzenlemelerin hayata geçirilmesi, uygulamada ortaya çıkabilecek yetki karmaşalarının önüne geçecektir. Mevzuatın güncellenmesi sürecinde, IAEA başta olmak üzere ilgili uluslararası kurumların rehber dokümanları ve yükümlülükleri dikkate alınmalı; Türkiye’nin taraf olduğu uluslararası sözleşmelerin ulusal mevzuata entegrasyonu sağlanarak güvenlik altyapısı daha sağlam bir temele oturtulmalıdır.

Eğitim ve kurumsal kapasite gelişimi ise: Kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlik alanında bilgi, beceri ve müdahale kabiliyetlerinin artırılması amacıyla sürekli eğitim programlarına ve senaryo tabanlı tatbikatlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür programların kurumsal hale getirilmesi ve periyodik olarak tekrarlanması, olası acil durumlarda hızlı ve etkili müdahale kapasitesinin artırılmasına katkı sağlayacaktır. Özellikle radyolojik tehditler, nükleer kaçakçılık ve nükleer sabotaj gibi spesifik tehdit türlerine karşı uzmanlaşmayı hedefleyen özel birimler oluşturulması önerilmektedir. Ayrıca, güvenlik birimlerinin nükleer olaylara müdahale konusunda diğer paydaş kurumlarla koordineli çalışma yeteneklerinin geliştirilmesi önemlidir.

Toplumsal farkındalık ve risk algısına yönelik öneriler dikkate alındığında nükleer güvenliğin yalnızca teknik ve güvenlik aktörlerinin sorumluluğunda olmadığına altı çizilmeli; toplumun bu sürecin aktif bir paydaşı haline getirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Toplumun nükleer enerjiye ilişkin risk algısının doğru biçimde yönetilmesi, nükleer güvenliğe duyulan toplumsal güvenin artmasını sağlayacaktır. Bu doğrultuda halkın bilinçlendirilmesine yönelik kampanyalar, eğitimler ve medya destekli bilgilendirme faaliyetleri hayata geçirilmelidir. Ayrıca, güvenlik birimlerinin kriz iletişimi ve kamuoyu ile doğru ve şeffaf iletişim kurma yetenekleri de geliştirilmelidir. Bu, olası kriz durumlarında panik ve yanlış bilgilendirmenin önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye’nin nükleer enerji projeleri ile yeni bir enerji vizyonuna yönelmesi, beraberinde yüksek düzeyde güvenlik gereksinimlerini de getirmiştir. Bu kapsamda nükleer güvenlik alanında görev alan tüm kurum ve birimlerin, gelişen teknolojiler, artan tehdit çeşitliliği ve uluslararası yükümlülükler doğrultusunda yapılarını sürekli olarak gözden geçirmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Kolluk kuvvetlerinin bu süreçte üstlendiği roller,

yalnızca klasik anlamda bir güvenlik sağlamanın ötesine geçmekte; aynı zamanda toplumsal güven inşasının da temel taşlarından biri haline gelmektedir. Bu bağlamda Türkiye'nin nükleer güvenlik stratejilerinin; güçlü bir yasal zemin, etkin bir kurumsal yapı, nitelikli insan kaynağı ve toplumla bütünleşmiş bir güvenlik kültürü temelinde yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Atılacak her adım, yalnızca bugünün değil, yarının da güvenliğini tesis edecek bir altyapının inşa edilmesine katkı sağlayacaktır.

Türkiye'deki nükleer güvenlik sistemlerinin daha etkin hale getirilmesi için bir dizi öneri sunulmaktadır. Son yıllarda bu alanda atılan yapısal adımlar ve kurumsal gelişmeler, Türkiye'nin nükleer güvenlik konusundaki kararlılığını ortaya koymaktadır. İlk olarak, yasal düzenlemelerin güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Türkiye'de nükleer güvenlik alanında çıkarılmış mevcut yasaların düzenli olarak gözden geçirilmesi ve uluslararası standartlara uyum sağlanması için sürekli güncellenmesi gereklidir. Bu süreç, kolluk kuvvetlerinin görevlerini daha etkin ve verimli şekilde yerine getirebilmesine katkı sunacaktır. Bu doğrultuda, mevcut mevzuatın uluslararası güvenlik standartlarıyla uyumlu hale getirilmesi yönünde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu gelişmeler, nükleer güvenliğin sağlanmasında güçlü bir zemin oluşturmakta ve uluslararası güvenilirliği artırmaktadır. Ayrıca, kolluk kuvvetlerinin nükleer güvenlik konularında aldığı eğitimlerin rutinleşmesi daha derinlemesine eğitim alması süreç için önemlidir. Nükleer güvenlik, sıradan güvenlik önlemlerinin ötesine geçen bir alandır ve kolluk kuvvetlerinin, bu tür tehditlere karşı uygun müdahale teknikleri konusunda uzmanlaşmaları büyük önem taşımaktadır. Bu alanda yürütölen eğitim programları ve tatbikatlar sayesinde kolluk birimlerinin yetkinlikleri artırılabilir. Potansiyel tehditlere karşı daha etkin bir savunma mekanizması oluşturulmasına olanak sağlayabilir.

Nükleer güvenlik, yalnızca ulusal değil, aynı zamanda küresel bir mesele haline gelmiştir. Kolluk kuvvetlerinin, uluslararası düzeydeki güvenlik ağlarıyla koordineli bir şekilde çalışma yapmasının önemi ortaya çıkmıştır. Nükleer terörizm ve yasa dışı nükleer madde ticareti gibi tehditlere karşı daha güçlü bir müdahale uluslararası işbirliği gerektirmektedir. Bu tür işbirlikleri, Türkiye'nin nükleer güvenlik altyapısının daha sağlam hale gelmesini destekleyecektir. Kolluk kuvvetlerinin, nükleer kazalar veya tehditler durumunda hızlı ve etkili bir şekilde müdahale edebilmesi için detaylı ve kapsamlı acil durum planları hazırlanmış olduğu görölmektedir. Bu planlar sürekli olarak gözden geçirilmeli olası yeni risklere göre güncellenmesi gereklidir.

Toplum bilincinin artırılması da önemli bir konu olduğu değerlendirilmektedir. Her enerji üretiminde olduğu gibi nükleer enerjinin farklı riskleri olduğu konusunda toplumun bilinçlendirilmesi ve farkındalığın yaratılması önemlidir. Özellikle nükleer güvenlik konusunda halkın daha duyarlı hale gelmesi sağlanmalıdır. Kolluk kuvvetlerinin, toplumun nükleer güvenlik konusunda bilinçlendirilmesinde de aktif rol oynaması gerektiği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak, temiz enerji üretimi olarak güncelliğini koruyan nükleer enerji projelerinin Ülkemiz’de faaliyete alınması beraberinde nükleer güvenlik konusundaki farkındalığında artırılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Kolluk kuvvetlerinin bu alandaki rolü, yalnızca güvenlik önlemleriyle sınırlı kalmamalı, aynı zamanda toplum güvenliğini sağlayan bir bütünün parçası olmalıdır. Türkiye’nin nükleer güvenlik politikaları, güçlendirilmiş yasal çerçeveler, daha etkin eğitim programları ve uluslararası iş birlikleri gelişen teknoloji ve olası risklere göre sürekli güncellenmelidir. Kolluk kuvvetlerinin, nükleer güvenlikteki rollerini etkin bir şekilde yerine getirmeleri için atılacak her adım, Türkiye’nin nükleer enerjiye geçiş sürecinde güvenli ve sürdürülebilir bir geleceğin inşa edilmesine katkı sağlayacaktır. Unutulmamalıdır ki, Türkiye’nin kolluk kuvvetleri, sadece bugünün değil, yarının da güvenliğini inşa eden kritik bir güçtür.

KAYNAKLAR

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2019). *Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı (URAP) 2019* [Grafik].
- AFAD (T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı). (2020). *Nükleer ve Radyolojik Tehlikelere Müdahale Planı (NRTEP)*. <https://www.afad.gov.tr>
- Akgün, B. (2018). *Nükleer güvenlikte Türkiye'nin mevcut durumu ve gelecek perspektifleri*. Ankara: Savunma Yayınları.
- Allen, J. (1992). *Energy resources for a changing world*. Cambridge University Press.
- Altıntaş, K., Türk, T., ve Vayvay, Ö. (2016). Renewable energy for a sustainable future. *Marmara Journal of Pure and Applied Sciences*, 1(Special Issue-1), 7-13.
- Altundegir, H. (2020). Güvenlik ve Enerji: Türkiye'nin Enerji Arzında Stratejik Yol Haritası. *TESAM Strateji*. <https://tesamstrateji.com/yazi.php?link=guvenlik-ve-enerji-turkiye-nin-enerji-arzinda-stratejik-yol-haritasi>
- Arslan, H. (2019). *Nükleer güvenlikte stratejik planlama: Uluslararası deneyimler ve Türkiye*. İzmir: Akademik Yayınlar.
- Ataş, A. (2020). *Nükleer santrallerde meydana gelen atıklar ve zararları ile ilgili bilgi düzeyinin ölçülmesi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster.jsp?id=xyz>
- Aydın, E. (2020). *Depremler ve nükleer güvenlik: Türkiye'deki riskler ve önlemler*. İstanbul: Ekin Yayınları.
- Aydın, M. (2016). Nükleer tesiste güvenlik yönetimi: Teorik yaklaşımlar ve uygulamalar. *Journal of Nuclear Safety and Security*, 4(2), 89–107.
- Aydın, M. (2017). *Enerji politikaları ve nükleer güvenlik*. İstanbul: Enerji ve Çevre Yayıncılık.
- Aydın, İ. (2024). AİHM kararları ışığında terörle mücadelede idari kolluğun genel izleme ve takip yetkisi ve özel hayatın korunması. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 34(1), 217–235. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1392078> [DergiPark](https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1721313)
- Artantaş, O. C. (2024). Türkiye's nuclear energy aspirations: Policy challenges and legal trajectory. *The Journal of World Energy Law & Business*, 17(3), 201–214.
- Balat, M. (2008). *Potential importance of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 33(15), 4013–4029.
- Bilim ve Aydınlanma Akademisi. (2019, Haziran 12). *Nükleer kazadan 33 yıl sonra Çernobil'de yaban hayatı* [Görsel]. Bilim ve Aydınlanma Akademisi. <https://bilimveaydinlanma.org/nukleer-kazadan-33-yil-sonra-chernobilde-yaban-hayati/>
- Boyle, G., ve Loughlin, T. S. (2014). *Renewable energy: Power for a sustainable future* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Boyle, G. (Ed.). (2012). *Renewable energy: Power for a sustainable future* (3rd ed.). Oxford University Press & Open University. <https://oro.open.ac.uk/43269/>
- Çalışkan, S. (2009). Türkiye'nin enerji dışı bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (23), 297-310.
- Çelik, İ., Çeker, A., & Belge, R. (2015). *Nükleer enerji: Türkiye ve dünya ölçeğinde bir değerlendirme* [Grafik]. *Yeni Fikir Dergisi*, 7(15), 55–68. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1721313>

- Çelik, M., & Yıldız, A. (2020). *Nükleer güvenlikte özel müdahale birimlerinin rolü: Tehditler ve müdahale stratejileri*. Uluslararası Güvenlik Dergisi, 15(3), 67-85.
- Çelik, Ş. (2013). *Stuxnet saldırısı ve ABD'nin siber savaş stratejisi: Uluslararası hukukta kuvvet kullanmaktan kaçınma ilkesi çerçevesinde bir değerlendirme*. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 15(1), 137–175. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/753729>
- Demir, F. (2018). Radyolojik risk yönetiminde kolluk kuvvetlerinin rolü. *Uluslararası Güvenlik İncelemeleri Dergisi*, 10(1), 45–67.
- Demir, R. (2017). Teknolojik yenilikler ve nükleer güvenlik. *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(3), 45–67.
- Elva Engineering, "Nükleer Enerji & Yangın Güvenliği," *LinkedIn*, 2023, <https://www.linkedin.com/company/elva-engineering/posts/?feedView=all>.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023, Ekim 27). *Tabii kaynaklar, kömür*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Merkezi. <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklarkomur>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). *Elektrik Üretimi ve Enerji Verileri*. Erişim adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (2024). *Kömür Bilgi Merkezi – Kömür*. <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>
- Energy Information Administration. (2018). *Uranium: Its uses and properties*. U.S. <https://www.eia.gov/uranium>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2025, 21 Mayıs). *Elektrik*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>
- Energy Information Administration. (2018). *Uranium explained: What is uranium?* U.S. Energy Information Administration. <https://www.eia.gov/energyexplained/uranium/>
- Erdoğan, S. (2019). Siber güvenlik ve nükleer tehdit senaryoları: Kolluk kuvvetlerinin yaklaşımı. *Security and Defense Review*, 15(3), 132–154.
- Ergül, E. (2008). *Küresel köyde suç ve adalet*. Ankara: Adalet Yayınevi.
- Ergün, S., & Atay Polat, M. (2012). Nükleer enerji ve Türkiye'ye yansımaları. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 35-58
- Erten, R. (2008). Terörizm ve kitle imha silahları. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 7(2), 173–198. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/69524>
- Eurostat. (2023). *Electricity production from nuclear energy*. Retrieved May 25, 2025, from <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=662231>
- European Nuclear Safety Agency. (2019). Best practices in nuclear security for law enforcement. *ENSA Reports*, 7(2), 88–104.
- European Nuclear Security Regulators Association. (2022). *Physical protection systems against sabotage in nuclear facilities*. European Nuclear Security Regulators Association Reports.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2018). *Community emergency preparedness for nuclear incidents*. U.S. Department of Homeland Security.
- Gençay, A., Cantürk, N., & Özsoy, S. (2019). Türkiye'de nükleer siber emniyet ve nükleer güvenlik. *The Bulletin of Legal Medicine*, 24(3), 252–261.
- Gerçeker, C. (2013). Nükleer güvenlik ve siber tehditler: Stuxnet saldırısı üzerine bir inceleme. *Savunma ve Strateji Dergisi*, 91-121.

- Gimpel, J. (1997). *Orta Çağda endüstri devrimi* (N. Özaydın, Trans.). Tübitak.
- Goff, G. (2009). *The future of nuclear energy in a carbon-constrained world*. MIT Energy Initiative. <https://energy.mit.edu>
- Güler, M. (2018). *Doğal afetler ve kriz yönetimi*. Ankara: Nobel Yayınları. Karaca, S. (2017). *Afet yönetimi ve güvenlik: Tsunami ve sel senaryoları*. İzmir: Güvenlik Yayıncılık.
- Haberler.com. (2024, 2 Nisan). *Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı yüzde 26,3 azaldı*. Erişim adresi: <https://www.haberler.com/ekonomi/turkiye-nin-enerjide-disa-bagimlilik-yuzde-26-3-azaldi-18241149-haberi>
- Harunoğulları, M. (2019). Nükleer enerji ve geleceği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(1), 110-145.
- Holliday, C. (2013). *Managing nuclear security risks*. *Journal of Nuclear Safety*, 12(3), 115–132.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). (2020). *Education and training in radiation protection and nuclear safety*. Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency. (2011). *Nuclear Security Series*. IAEA.
- International Atomic Energy Agency. (2017). Nuclear security culture. *IAEA Bulletin*, 59(2), 98–105.
- International Atomic Energy Agency. (2020). *Nuclear security series: Guidance on protective measures and emergency preparedness*. IAEA Publications.
- International Energy Agency. (2023). *Global energy review 2023*. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2023>
- INTERPOL. (2020). *Radiological and Nuclear terrorism*. <https://www.interpol.int/en/Crimes/Terrorism/Radiological-and-Nuclear-terrorism>
- İklim Enerji. (2022). *Türkiye'nin enerji görünümü*. <https://iklimenerji.org/enerji-gorunumu>
- Jandarma Genel Komutanlığı. (2018). *Nükleer Güvenlik ve Kolluk Kuvvetlerinin Müdahale Stratejileri*. Jandarma Genel Komutanlığı Yayınları. Kahraman, Z. (2012). Nükleer enerjinin riskleri ve nükleer santrallerde iş sağlığı ve güvenliği. *DergiPark*. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2320657>
- Kara, L., & Yılmaz, B. (2019). Nükleer tesislerde acil durum müdahale stratejileri: Eğitim ve tatbikatların etkinliği üzerine bir inceleme. *International Journal of Crisis Management*, 6(1), 23–44.
- Kaya, İ. S. (2012). Türkiye’de nükleer enerjinin geleceği: Fırsatlar ve zorluklar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi – Journal of Social Sciences*, 2012(1), 24.
- Kaya, N. (2021). *İnsan hataları ve nükleer tesis güvenliği*. Ankara: TMMOB Yayınları.
- Kessler, G. (2003). Nükleer fisyon reaktörleri (s. 14)
- Küçük, A. (2019). *Nükleer güvenlik ve özel birimlerin rolü: Türkiye örneği*. Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Manset Türkiye. (2017). *Nükleer enerjinin kullanım alanları* [Fotoğraf] <https://www.mansetturkiye.com/nukleer-teknoloji-hayatin-her-alaninda-katki-sagliyor/64147/>
- Michaels, J. (2016). Nuclear energy and the future of global energy security. *International Journal of Energy and Environmental Research*, 4(2), 45-52.

Millî Savunma Bakanlığı. (2024, Mayıs 3). *Akkuyu Nükleer Güç Santrali'ni korumakla görevli jandarma personeline eğitim verildi.*

Milliyet. (2024). *Yenilenebilir enerji yatırımları 132 milyar dolarlık doğal gaz ithalatının önüne geçti.* <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/yenilenebilir-enerji-yatirimlari-132-milyar-dolarlik-dogal-gaz-ithalatinin-onune-gecti-7267056>

NATO. (2018). *Countering nuclear sabotage: Strategies and technologies*. NATO Science for Peace and Security Series. NATO Communications and Information Agency.

NDK. (2024). *Forum of the State Nuclear Safety Authorities of the Countries Operating WWER Type Reactors*. <https://www.ndk.org.tr/en-US/f>

Nuclear Energy Agency. (2016). *Nuclear Safety and Security: Challenges of the 21st Century*. Paris: OECD Publishing.

Nuclear Europe. (2020). *COVID-19*. Retrieved from <https://www.nucleareurope.eu/media/covid-19/>

Nükleer Düzenleme Kurumu. (2024). *Nükleer tesislerin ve nükleer maddelerin emniyetine ilişkin yönetmelik*. Resmî Gazete (11 Haziran 2024, Sayı: 32573).

OECD Nükleer Enerji Ajansı. (2022). *Meeting Climate Change Targets: The Role of Nuclear Energy*. OECD Publishing. https://www.oecd-neo.org/jcms/pl_69396/meeting-climate-change-targets-the-role-of-nuclear-energy

Palacios, A., & Casillas, C. E. (2016). *Nuclear energy and sustainable development: Assessing global and local perspectives*. Energy Policy, 92, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.027>

Pamir, N. (2007). Enerji arz güvenliği ve Türkiye. *Stratejik Analiz*, Mart, 14-24.

Russell, P. (2017). Teknolojik yatırımlar ve nükleer güvenlik. *Journal of Security Studies*, 12(3), 45-67.

Satman, A. (2007). Türkiye'nin enerji vizyonu. *Jeotermal Enerjiden Elektrik Üretimi Semineri, TESKON 2007, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 25-28 Ekim, İzmir, 3-18.

Solgun, E., Baran, H. A., & Ünvar, S. (2023). *Nükleer enerji sistemlerinde radyoaktif atıklar yönetimi ve atık depolama yöntemleri*

Sovacool, B. K. (2011). *Contesting the future of nuclear power: A critical global assessment of atomic energy* (s. 124). World Scientific Publishing.

Schlager, J., & Weisblatt, M. (2006). *Alternative energy* (p. 305). Thomson Gale.

Stimson Center. (2023). *Nuclear Security for Nuclear Newcomers: Exploring Türkiye's Readiness*. <https://www.stimson.org/2023/nuclear-security-for-nuclear-newcomers-exploring-turkiyes-readiness/>

Şahin, A., & Doğan, T. (2016). Nükleer enerji santralleri ve Türkiye'nin enerji geleceği. *Journal of Energy Policy and Economics*, 15(2), 101-112.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2016). *2692 sayılı Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu*[Kanun]. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2692&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). *Enerji ve Petrol Bilgi Merkezi*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol>

T.C. Dışışleri Bakanlığı. (2024, 18 Ocak). *Nükleer Denemelerin Kapsamlı Yasaklanması Antlaşması Örgütü (CTBTO)*. <https://www.mfa.gov.tr/nukleer-denemelerin-kapsamli-yasaklanmasi-antlasmasi-orgutu.tr.mfa>

T.C. Resmî Gazete. (2021). 702 sayılı nükleer düzenleme kurumunun teşkilat ve görevleri ile bazı kanunlarda değişiklik yapılması hakkında kanun hükmünde kararname.

T.C. Resmî Gazete. (2022, 8 Mart). 7381 sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/03/20220308-1.htm>

T.C. Resmî Gazete. (2022, 1 Aralık). *Nükleer Tesislerde Organizasyon Yapısı ve Personel Yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2022/12/20221201-10.htm>

T.C. Resmî Gazete. (2024a, 13 Eylül). *Nükleer Tesislerde Kayıt, Bildirim ve Raporlama Yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/09/20240913-4.htm> (“2024a” eki, aynı yıl yayımlanmış birden fazla Resmî Gazete kaynağını ayırt etmek içindir.)

T.C. Resmî Gazete. (2024b, 11 Haziran). *Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/06/20240611-5.htm>

Turan, S. (2006). Nükleer enerji: Nükleer santralin Konya’ya kurulabilirliği, getirileri ve götürüleri. *Konya Ticaret Odası Araştırma Raporu*, 2006-42/44, 1-20

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu. (2019). *Nükleer güvenlik ve koruma stratejileri*. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Yayınları.

Türk Atom Enerjisi Kurumu (TAEK). (2020). *Radyasyon ve radyasyon güvenliği*. Ankara: TAEK Yayınları.

Erişim:<https://www.taek.gov.tr/uploads/yayinlar/RadyasyonveRadyasyonGuvenciligi.pdf>

Türkiye Kömür Üreticileri Derneği (TKÜD). (2023). *Kömür Sektör Raporu 2023*. <https://turkiyedekomur.org/wp-content/uploads/2024/12/Ko%CC%88mu%CC%88r-Sekto%CC%88r-Raporu-2023.pdf>

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO). (2023). *2023 Sektör Raporu*. <https://www.tpao.gov.tr/file/2409/2023-sektor-raporu-218866f6cc2266839.pdf>

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ). (2019). *10 yıllık talep tahminleri raporu (2019-2028)*. <https://www.teias.gov.tr>

Türkiye Jeotermal Derneği. (2017). *Jeotermal enerji raporu 2017*. Türkiye Jeotermal Derneği. <http://www.jeotermal.org.tr>

Türkiye Kömür İşletmeleri. (2023). *Faaliyet raporu 2023*. <https://www.tki.gov.tr>

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB). (2015). *Elektrik sektörü 2015 dördüncü çeyrek değerlendirmesi*. TSKB. <https://www.tskb.com.tr>

Uğurlu, Ö. (2007). Türkiye’nin enerji güvenliğini yeniden tanımlamak. *TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Yaşam Çevre Teknoloji*, 24-27 Ekim, İzmir, 81-92.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2019). *Radiation effects and risk perception: A global perspective*. United Nations, New York.

UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime). (2011). *Combating Illicit Trafficking in Nuclear and Other Radioactive Material*. New York: United Nations. Retrieved from <https://www.unodc.org>

Üret Brölör. (2024, Eylül 19). *2024 dünya petrol rezervleri*. <https://uret.com.tr/2024-dunya-petrol-rezervleri/>

- Vural, Ç. (2018). Çevresel güvenliğin gelişimi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 6(1), 20-38.
- World Nuclear Association. (2021). *Nuclear safety and security: International frameworks and best practices*. WNA Reports.
- World Nuclear Association. (2024). *Nuclear power in the world today*. Retrieved May 9, 2025, from <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today>
- World Nuclear Association. (2025). *Nuclear power and the environment*. <https://www.world-nuclear.org>
- Yamamoto, H., & Tanaka, S. (2023, March 15). Challenges in decommissioning Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Associated Press*. <https://apnews.com/article/4745dff09d17a7de47b3e3dc4653724a>
- Yarman, T. (2011). *Geçmişte ve bugün nükleer enerji tartışması* (1. baskı). Okan Üniversitesi Yayınları.
- Yıldırım, A., & Çelik, B. (2020). Nükleer enerji ve sürdürülebilir kalkınma: Türkiye'nin geleceği. *Enerji Politikaları Dergisi*, 15(2), 101-112.
- Yıldırım, H., & Çelik, B. (2020). *Siber savaşlar ve kritik altyapıların korunması*. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, K. (2021). *Teknik arızalar ve nükleer tesislerin güvenliği*. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, A. (2018). Türkiye'de nükleer enerjinin geleceği: Fırsatlar ve zorluklar. *Nuclear Science and Engineering*, 63(4), 502-513.
- Yılmaz, A. (2019). *Yangın güvenliği ve nükleer tesisler*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M. (2018). *Enerji politikaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Yılmaz, N. (2015). Nükleer reaktör mü, nükleer bomba mı? *Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi*, 6(47), 7.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mutlu Sadullah DEDE

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Balıkesir İMKB ATL, 2014

Lisans : Gazi Üniversitesi, 2019

Yüksek Lisans : Sinop Üniversitesi, devam ediyor

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Jandarma Genel Komutanlığı