



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÜKLEER ENERJİ SANTRALLERİ
ATIKLARININ TERÖRİZM AMAÇLI
KAÇAKÇILIK BOYUTU İLE ELE ALINMASI

Kamil İNCEBACAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı

Aralık-2023
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

NÜKLEER ENERJİ SANRALLERİ
ATIKLARININ TERÖRİZM AMAÇLI
KAÇAKÇILIK BOYUTU İLE ELE ALINMASI

Kamil İNCEBACAK

YÜKSEK LİSANS

Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Salih ÖZER

Aralık-2023
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL ve ONAYI

Kamil İNCEBACAK tarafından hazırlanan “Nükleer Enerji Santralleri Atıklarının Terörizm Amaçlı Kaçakçılık Boyutu ile Ele Alınması” adlı tez çalışması 11/12/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Semineri olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Doç. Dr. Gökhan DÖNMEZ
Bitlis Eren Üniversitesi,
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

.....

Danışman

Doç. Dr. Salih ÖZER
Muş Alparslan Üniversitesi,
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Ali AYGÖR
Muş Alparslan Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi

.....

Yukarıdaki sonuç;
Enstitü Yönetim Kurulu 27 /12/2023 Tarih ve VIII nolu kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Selçuk SAĞIR
FBE Müdürü

TEZ PROJESİ BİLDİRİMİ

Bu seminer projesindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İMZA

Kamil İNCEBACAK

29 Aralık 2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NÜKLEER ENERJİ SANRALLERİ ATIKLARININ TERÖRİZM AMAÇLI KAÇAKÇILIK BOYUTU İLE ELE ALINMASI

Kamil İNCEBACAK

**Muş Alparslan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Nükleer Enerji ve Enerji Sistemleri Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Salih ÖZER

Nazi Almanya'sının düşmanlarını kısa zamanda yok etmek için daha önce hiç görülmemiş bir bomba yapma isteği, ilk nükleer silah yapma çalışmaların da başlangıcı oldu. Amerika Birleşik Devletlerinin (ABD) nükleer silah üretme yönünde yaptığı denemeler 1949 yılında başarıya ulaştı. II. Dünya savaşının sonlarına doğru Japonların bir an önce teslim olmasını sağlamak amacıyla kullanıldı. Hiçbir bombanın etkisine benzemeyen patlamalar büyük bir felakete sebep oldu. Savaşın sona ermesi ile birlikte bu silahlar bazı çevrelerce insanlık için büyük bir tehdit olarak görülmesine rağmen ABD ve Sovyetler Birliği başta olmak üzere birçok ülke tarafından elde etme ve geliştirme çabaları devam etti.

1991 yılında Sovyetler birliğini dağılması, bu silahların devlet dışı aktörlerin eline geçme tehlikesini doğurdu. İlk etapta bireysel kazanç sağlama çabası olarak görülen nükleer madde kaçakçılığı, zaman içerisinde organize suç örgütlerine daha sonra da sınır aşan terör örgütlerinin elde etme çabalarına dönüştü. 11 Eylül 2001 tarihinde ABD'ye yönelik yapılan terör saldırıları dünya güvenlik anlayışını topyekûn değişmesine sebep oldu. Geçtiğimiz 80 yıllık süreç içerisinde bu silahların yayılmasını önlemek ve geliştirilmesini kontrol altına almak amacıyla bir dizi anlaşmalar ve uluslararası denetim mekanizmaları kuruldu.

Devletlerarasında itibar göstergesi olan nükleer enerji; askeri amaçlarla kullanımı büyük bir felaket olarak nitelendirilirken, barışçıl amaçlarla kullanımı ise, dünyanın enerji ihtiyacını büyük oranda karşılayacak potansiyel birincil enerji kaynağı olarak görülmektedir.

Günümüzde uluslararası güvenliğin en büyük tehdidi terör örgütleridir. Bu örgütlerin nükleer maddeleri üretme çabasından ziyade saldırı, sabotaj ya da kaçakçılık yöntemleri ile ele geçirme olasılığı çok daha fazladır.

2023, 140 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kaçakçılık, Mücadele, Nükleer Atık, Nükleer Enerji,

ABSTRACT

MASTER THESIS

TERRORISM OF NUCLEAR POWER PLANT WASTES PURPOSE SMUGGLING

Kamil İNCEBACAK

**Muş Alparslan University
The Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Nuclear Energy and Energy Systems**

Advisor: Assoc. Prof. Salih ÖZER

The unprecedented desire of Nazi Germany to make a bomb to destroy its enemies in a short time was also the beginning of the work on making the first nuclear weapon. The attempts of the United States (USA) to produce nuclear weapons were successful in 1949. II. It was used to ensure the immediate surrender of the Japanese towards the end of World war II. Explosions that were unlike the effects of any bomb caused a huge disaster. With the end of the war, despite the fact that these weapons were considered a major threat to humanity by some circles, efforts to obtain and develop them by many countries, especially the United States and the Soviet Union, continued.

The dissolution of the Soviet Union in 1991 led to the danger that these weapons would fall into the hands of non-state actors. In the first place, the smuggling of nuclear materials, which was seen as an attempt to make individual gains, turned into organized criminal organizations over time, and then into the efforts of terrorist organizations that crossed borders to obtain it. The terrorist attacks on the United States on September 11, 2001 caused an all-out change in the understanding of world security. Over the past 80 years, a number of agreements and international control mechanisms have been established to prevent the spread of these weapons and control their development.

Nuclear energy, which is an indicator of reputation among states; its use for military purposes is considered a major disaster, while its use for peaceful purposes is considered a potential primary source of energy that will largely meet the world's energy needs.

Terrorist organizations are the biggest threat to international security today. These organizations are much more likely to seize nuclear materials by attack, sabotage, or smuggling methods than by attempting to produce them.

2023, 140 pages

Keywords: Fighting Nuclear Energy, Nuclear Waste, Smuggling,

ÖNSÖZ

Bu çalışmada konu bütünlüğü sağlanması amacıyla nükleer silahların tarihi ile ilgili kısa bir bilgi verilmiş daha sonra sırası ile nükleer maddelerin kaçakçılığına konu olan olayların nedenleri, uluslararası güvenlik açısından değerlendirilmesi, Nükleer silah ve maddelerin güvenliği için yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalar incelenmiştir. Dünyada hem askeri hem de barışçıl amaçlarla kullanılabilen nükleer enerji bu özelliğinden dolayı “ikiyüzlü” olarak tanımlanmaktadır. Askeri kullanımının yanı sıra barışçıl amaçlarla da kullanılabilen nükleer enerji maddelerinin güvenliği, en önemli konulardan biri olacaktır. Yakın gelecekte ülkemiz bu enerji kaynağından kuracağı santrallerle istifade etmeyi amaçlamaktadır. Ülkemizin bulunduğu coğrafyanın özelliği gereği geçiş güzergâhı olma potansiyeli ile bunun yanı sıra kurulacak olan nükleer santraller, bu maddeleri ele geçirmeye çalışacak terör örgütlerinin hedefi olacaktır.

Yapılan literatür taramalarında nükleer maddelerin kaçakçılığı yönünde çok az çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Elde edilen bilgilerin derlenmesi sonucunda oluşan bu çalışma ileriki süreçte hazırlanacak olan tez çalışmasının da temelini oluşturacaktır.

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında ve oluşumunda hiçbir zaman ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi birikiminden yararlandığım ve kendisini tanımaktan her zaman onur ve şeref duyacağım çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Salih ÖZER hocama, her zaman varlığı ile güç veren hayat arkadaşım, canım eşim Hayriye İNCEBACAK’a ve hayatımın anlamı biricik kızım Asya’ma teşekkür ederim.

Kamil İNCEBACAK
MUŞ-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Nükleer Silahların Tarihçesi.....	1
1.2 Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması.....	3
2. NÜKLEER ENERJİ	6
2.2 Nükleer Enerjini Keşfi.....	6
2.3 Günümüzde Nükleer Enerji	9
2.4 Nükleer Reaktörün Yapısı.....	10
2.5 Nükleer Reaktörün Temel Bileşenleri.....	11
2.5.1 Yakıt Maddesi.....	12
2.5.2 Yakıt Maddesi.....	12
2.5.3 Yavaşlatıcı	12
2.5.4 Kontrol Elemanları.....	12
2.5.5 Kazan	13
2.5.6 Koruyucu Zırh.....	13
2.6 Nükleer Reaktör Tipleri.....	13
2.7 Nükleer Reaktörlerde Yakıt Çevrimi.....	13
2.8 Yakıt Çevrimindeki Karakteristik Büyüklükler.....	15
2.8.1 Yanma Oranı.....	15
2.8.2 Dönüşme Oranı	16
2.8.3 Nükleer Yakıt Çevrimi.....	16
3. NÜKLEER ATIKLAR	18
3.1 Nükleer Enerji Üretiminde Ortaya Çıkan Radyoaktif Atıklar.....	18
3.2 Nükleer Enerji Üretiminde Ortaya Çıkan Radyoaktif Atıkların İdaresi.....	18
3.3 Radyoaktif Maddelerin Sınıflandırması.....	20
3.4 Radyoaktif Atıkların Kaynakları.....	21
3.4.1 Güç Reaktörlerinde Kullanılmış Yakıtlar.....	21
3.4.2 Yakıt Yeniden İşleme Tesisi.....	21

3.4.3 Nükleer Araştırma Merkezleri.....	21
3.4.4 Hastaneler	21
3.5 Radyoaktif Atıkların Bertaraf Edilmesi.....	22
4. MERSİN AKKUYU NÜKLEER ENERJİ SANTRALİ.....	24
4.1 Türkiye'nin Temel Enerji Politikası.....	25
4.2 Akkuyu Nükleer Elektrik Santrali Projesinin Özellikleri.....	25
5. NÜKLEER MADDE ve TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ.....	28
6. NÜKLEER MADDE KAÇAKÇILIĞI.....	32
6.1 Sovyetler Birliği Sonrası Nükleer Madde Kaçakçılığı.....	32
6.2 11 Eylül Sonrası Nükleer Tehdit Değerlendirmesi.....	37
6.3 Türkiye'de Nükleer Madde Kaçakçılığı.....	39
6.4 Nükleer Madde Kaçakçılığı Olaylarına Örnekler.....	41
7. NÜKLEER TERÖRİZM KAVRAMI.....	50
7.1 Nükleer Terörizmin Değerlendirilmesi.....	53
7.1.1 Nükleer Maddelerin Çalınması	53
7.1.2 Nükleer Silahların Çalınması	54
7.1.3 Kullanma Amaçlı Çalınması veya Başka Bir Yolla Elde Edilmesi	54
7.2 Reaktör veya Diğer Nükleer Tesislerine Yönelik Saldırıları.....	55
7.3 Kaza Sonucu Kaybolan Nükleer Silahlar	56
7.4 Terör Örgütlerinin Nükleer Silah Yapabilme İhtimali.....	57
7.5 Kitle İmha Silahlarının Korunması İçin Alınan Tedbirler	59
7.6 Radyolojik, Kimyasal ve Biyolojik Silahların Kullanma Tehdidi.....	59
7.6.1 Radyoaktif Silahlar.....	59
7.6.2 Kirli Bomba.....	60
7.6.3 Kimyasal Silahlar.....	60
7.6.4 Kitle İmha Silahlarının Teröristler Tarafından Kullanım Tehdidi.....	62
7.6.5 Konvansiyonel Kitle İmha Silahı Tehdidi Analizi.....	63
8. TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKASI ve TERÖR TEHDİDİ.....	67
8.1 Dünyada Nükleer Enerji.....	68
8.2 Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Nükleer Enerji Politikası.....	70
8.3 Türkiye'nin Nükleer Enerji Santralleri ve Terör Tehdidi.....	71
9. NÜKLEER EMNİYET REJİMİ.....	73
10. NÜKLEER EMNİYET PLANI.....	78
10.1 Nükleer Silahların Çalınması.....	80
10.2 Nükleer Maddelerin Çalınması veya Yasadışı Yollarla Temin Edilmesi.....	80
10.3 Nükleer Tesis ve Depolara Yönelik Saldırı ve Sabotaj Düzenlemeleri.....	80

10.4 Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanı.....	82
10.5 Nükleer Maddelerin Tesislerden Çalınması Olayları.....	82
10.6 Nükleer Maddelerin Yasadışı Ticareti.....	83
10.7 Kirli Bomba.....	84
10.8 Tesislerin Sabotajlara Karşı Korunması için Tedbirler.....	85
10.9 Nükleer Maddelerin Hırsızlığa Karşı Korunması için Tedbirler.....	85
10.10 Nükleer Tesislerin Sabotaja Karşı Korunması için Uygulanan Tedbirler.....	87
10.11 Nükleer Maddelerin Transit Geçişleri Sırasında Alınan Tedbirler.....	87
10.12 Nükleer Emniyete İlişkin Yasal Düzenlemeler.....	88
10.13 Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesinde Değişiklik.....	89
10.14 Nükleer Terörizmin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme.....	90
10.15 Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararları.....	90
10.15.1 1373 Sayılı Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararı.....	91
10.15.2 1540 Sayılı Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararı.....	91
10.16 Nükleer Emniyet Zirvesi.....	91
10.16.1 2010 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi.....	91
10.16.2 2012 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi.....	92
10.16.3 2014 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi.....	93
10.16.4 2016 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi.....	93
10.17 Nükleer Emniyet İle İlgili Ulusal Düzenlemeler.....	94
10.18 Türkiye’de Nükleer Suçlara Uygulanan Yaptırımlar.....	94
11. NÜKLEER OLAYLARDA ULUSAL KARŞILIK VERME PLANI.....	98
11.1 Tehdit Değerlendirmesi.....	99
11.2 Derecelendirme Yaklaşımı.....	99
11.3 Tespit Etme Sistemi.....	99
11.4 Nükleer Adli Bilim Çalışmaları.....	100
11.5 Ulusal Nükleer Adli Bilim Kapasitesinin Geliştirilmesi.....	101
11.6 Sınırlar Arası Yasadışı Ticaretini İçeren Olaylara Müdahale Yaklaşımı.....	101
11.7 Ülke Sınırları İçerisinde Yetkisiz Hareketlerine Müdahale Yaklaşımı.....	105
11.8 Nükleer Tesisten Çalınması veya Kaybolmasına Müdahale Yaklaşımı.....	106
11.9 Türkiye’den Transit Geçişlerinde Müdahale Yaklaşımı.....	108
12. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	111
KAYNAKLAR.....	120
ÖZGEÇMİŞ.....	127

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

Am	: Amerikyum
Co	: Kobalt
COCl ₂	: Fosgen
C ₅ H ₁₁ N ₂ O ₂ P	: Tabun
C ₄ H ₁₀ FO ₂ P	: Sarin
C ₇ H ₁₆ FO ₂ P	: Soman
Cm	: Küriyum
Cs	: Sezyum
Cm	: Küriyum
Ir	: İridyum
HCN	: Hidrojen Siyanid
NCCl	: Siyanid Klorür
Np	: Neptünyum
U	: Uranyum
UF ₆	: Hekza folorid
UO ₂	: Uranyum diokside
U ₃ O ₈	: Triuranium octokside
Pu	: Plütonyum

Kısaltmalar

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANAEM	: Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi
BM	: Birleşmiş Milletler
GW	: Gigawatt (1.000.000.000 watt)
HEU	: Yüksek Zenginleştirilmiş Uranyum
IAEA	: International Atomic Energy Agency
IŞİD	: Irak Şam İslam Devleti
KİS	: Kitle İmha Silahları
KOM	: Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele
Kwh	: Kilowatt Saat
LEU	: Düşük Zenginleştirilmiş Uranyum
MeV	: Megaelectron Volt ($1,60217663 \times 10^{-13}$ Joules)
MOX	: Mixed-Oxide (Plütonyum ve uranyum oksitin karışımından oluşturulan ve reaktörlerde kullanılan bir yakıt)
MTCR	: Füze Teknolojisi Kontrol Rejimi
NGS	: Nükleer Güç Santrali
NPT	: Non-Ploriferation Treaty / Nükleer Silahların Artırılmasını Önleme Anlaşması
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TNT	: Trinitrotoluen
UAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı
BU	: Yanma Oranı (Burn up)
Z1	: Reaktöre yüklenen yakıt zenginliği
Z2	: Reaktörden çıkartılan yakıtın zenginliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Nükleer Güç Santralının Elektrik Üretimi.....	7
Şekil 2.2 Bir Nükleer Fisyon Reaksiyonu.....	8
Şekil 2.3 Atom Bombasının Patlaması.....	8
Şekil 2.4 Füzyon Tepkimesi.....	9
Şekil 2.5 Nükleer Reaktör Kontrol Mekanizmaları.....	10
Şekil 2.6 Nükleer Reaktör Çalışma Prensibi.....	11
Şekil 4.1 Akkuyu Nükleer Elektrik Santrali Modellemesi.....	26
Şekil 6.1 Ankara’da Yakalanan Sezyum 137 Maddesi.....	41
Şekil 6.2 Sarp Sınır Kapısı’nda Yakalanan Sezyum 137 Maddesi.....	42
Şekil 6.3 Ağrı’da Yakalanan Kırmızı Civa Maddesi.....	42
Şekil 6.4 İstanbul’da Yakalanan Uranyum Maddesi.....	43
Şekil 6.5 Ankara’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	43
Şekil 6.6 Sivas’ta Yakalanan Kırmızı Civa Maddesi.....	44
Şekil 6.7 Gürcistan’da Yakalanan Uranyum Maddesi.....	44
Şekil 6.8 Diyarbakır’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	45
Şekil 6.9 Adana’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	45
Şekil 6.10 Bolu’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	46
Şekil 6.11 Osmaniye’de Yakalanan Selenyum Maddesi.....	46
Şekil 6.12 Burdur’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	47
Şekil 6.13 Eskişehir’de Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	47
Şekil 6.14 Erzincan’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	48
Şekil 6.15 Tekirdağ’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi.....	48
Şekil 6.16 Bursa’da Yakalanan Sezyum Maddesi.....	49

Şekil 11.1 Nükleer ve Diğer Radyoaktif Maddelerin Sınır Kapısında Tespit Edilmesi ve Müdahalenin Başlatılması.....	104
Şekil 11.2 Nükleer Maddelerin Ülke Sınırları İçerisinde Yetkisiz Hareketlerini İçeren Olaylara Müdahale Yaklaşımı	106
Şekil 11.3 Nükleer Maddelerin Tesislerden Çalınması Durumunda Kurumlar Arası Koordinasyon.....	108
Şekil 11.4 Transit Geçişinde Meydana Gelebilecek Olaylara Müdahalede Kurumlar Arası Koordinasyon	110



TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1 Dünyada 1 Yıl İçerisinde Meydana Gelen Atık Miktarları	19
Tablo 6.1 1991 Ve 2001 Yılları Arasındaki Nükleer Madde Vakaları.....	35
Tablo 8.1 Nükleer Reaktör Miktarı ve Enerji Alanındaki Payı.....	68
Tablo 10.1 Türkiye'nin Taraf Olduğu Anlaşmalar ve Sözleşmeler.....	78
Tablo 10.2 Nükleer Tesislere Yönelik Saldırı ve Sabotajlar.....	81
Tablo 10.3 Nükleer Maddelerin Sınıflandırılması.....	86
Tablo 10.4 7351 Sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu Kapsamında Suçlar	96
Tablo 11.1 Nükleer Emniyet Olaylarında Tehdit Bileşenleri	98
Tablo 11.2 Nükleer Emniyet Olaylarında Tehdit Bileşenleri.....	99

1. GİRİŞ

1.1 Nükleer Silahların Tarihçesi

1939 yılının Eylül ayının başında Almanya'nın Polonya'yı işgal etmesi ile Avrupa'da II. Dünya Savaşı başladı. Nazizm Almanya'sının baskıcı yönetiminden kurtulmak amacıyla kaçan Albert Einstein ve Leo Szilard, ABD Başkanı Roosevelt'e bir mektup gönderdi. Mektupta, atom çekirdeğinin parçalanabileceğini ve oluşan nükleer fizyon sonucunda çok büyük bir enerjinin ortaya çıkacağını ve bundan yararlanılarak bir bombanın yapılabileceğinden bahsettiler. Eğer Naziler planladıkları "atom bombasını" ilk yapan taraf olurlarsa Hitler, elinde müttefik devletleri kısa sürede yok edip, dünyayı hâkim olmasına sağlayabilecek bir silaha sahip olacaktı. A. Einstein ve L. Szilard, ABD Başkanı'ndan atomun parçalanması ile elde edilecek atom bombası yarışına katılmasını ve çalışmaların bu yönde başlamasını ısrarla istedi. İlk etapta gelen bu talebe temkinli yaklaşan Başkan Roosevelt daha sonra teklifi kabul etti ve dört yılı aşkın bir süre İngiltere ile işbirliği hâlinde "Manhattan Projesi" kod adı verilen çok gizli bir çalışma başlattı (Akay ve Nalçacı, 2019). Büyük bir çoğunluğun Avrupa kökenli bilim insanı, mühendis ve işçilerin oluşturduğu 200.000'den fazla insan bu çalışmalara katıldı. Nihayetinde 16 Temmuz 1945'te New Mexico eyaletinde bulunan Alamogordo çölünde atom bombasının ilk denemesi yapıldı (Mızrak, 2010). Patlamanın etkisi o kadar büyüktü ki, onu yapan kişileri bile şaşkına çevirdi.

Atom bombası deneyi yapılan kadar Avrupa'da savaş bitmiş, Almanya zaten teslim olmuştu. Fakat Pasifik'teki savaş Japonların ısrarla teslim olmayı reddetmesinden dolayı şiddetlenerek devam ediyordu. ABD Başkanı Roosevelt'in ölümü ile yerine geçen Başkan Truman, Japonları en kısa zamanda mağlup ederek teslim olmalarını sağlamak amacıyla yeni geliştirilen atom bombasını kullanmaya karar verdi. Tarihler 6 Ağustos 1945'i gösterdiğinde 12.5 kiloton trinitrotoluene (TNT) eşit patlama gücüne sahip olan atom bombası Hiroşima'ya atıldı. Patlamanın ilk etkisi ile 70.000 kişi öldü. Aynı yılın sonuna kadar patlamadan ardından oluşan etkenler sebebiyle yaklaşık 70.000 kişi daha hayatını kaybetti (Ege, 2021).

Japonya'nın Nagazaki kentine karşı atom bombası 9 Ağustos 1945'te ikinci kez kullanıldı. Bu patlamanın gücü 22 kiloton TNT'ye eşdeğer ve ilk patlamadan daha büyüktü fakat Japonlar bu sefer ilk saldırıya göre daha hazırlıklı idi. Patlamanın şiddetinden ilk saldırıya göre daha az insan öldü. Ne var ki, saldırı sonrası sağ kalan

insanların büyük çoğunluğunda ileri derecede yanıklar ve radyasyona dayalı rahatsızlıkları oluştu. Her geçen gün hayatını kaybedenlerin sayısı artmaya devam etti ve bir yıl içinde 70.000'den fazla kişi daha öldü. Bu ölümlere ek olarak her iki saldırıdan etkilenen yaklaşık 340.000 kişi, beş yıl içerisinde hayatını kaybetti (Atici, 2009).

II. Dünya Savaşı'nın tüm dünyada sona erdiği 15 Ağustos 1945'den sonra Hiroşima ve Nagazaki saldırıları insanlık tarihinin en büyük felaketlerinden biri olarak görüldü. Birçok kişi, nükleer silahların yaratacağı yıkımlardan kaçınmak için, atom bombası ve benzeri nükleer silahların kullanılmasının engellenmesini istedi. Bilgi casusluğundan da istifade ederek Sovyet bilim insanları ABD'nin Japonlara karşı kullandığı atom bombasının benzerini 29 Ağustos 1949'da başardı (Karabıyık, 2022). ABD ve Sovyetler Birliği, atom bombasının sıkı bir şekilde uluslararası antlaşmalar ile denetim altına alınması gerektiği yönünde söylemlerine rağmen, nükleer silahları geliştirme programlarından da vazgeçemediler (Kamalov, 2011).

Başkan Truman'ın 1950'lerin başlarında Sovyetleri geride bırakmak ve dünyada tek egemen güç olmak maksadıyla daha sonra "hidrojen bombası" olarak adlandırılan daha gelişmiş teknolojik nükleer silah geliştirmek amacıyla yeni bir program başlattı. Sovyetler Birliği yeni geliştirilen bu nükleer teknoloji yarıştan kopmadı ve ikinci bir nükleer güç hâline geldi. 1954 yılı itibarıyla hem ABD'de hem de Sovyetler Birliği ilk kuşak Hidrojen bombaları denemeleri başarıya ulaştı. Füzyon tepkimeleri sonucu oluşan patlama, Japonya'da kullandıkları fisyon atom bombalarından bin kat daha güçlü olduğu görüldü. Sovyetler Birliği, 30 Ekim 1961'de Novaya Zemlya'da "canavar bomba" olarak adlandırdığı 50 megaton TNT gücündeki hidrojen bombasını patlatmayı başardı. Bu deneme tüm zamanların en büyük patlaması olarak kayıtlara geçti (Wright ve Muirhead, 1969). Soğuk Savaş dönemi içerisinde ABD ve Sovyetler Birliği, bu kıyasıya rekabetin sonucunda, toplam patlama gücü 1 milyon Hiroşima bombasına denk olan 50.000'den fazla nükleer silah geliştirmeyi başardı.

ABD'nin de yardımı ile Birleşik Krallığı'n ilk atom bombası, 3 Ekim 1952'de başarıyla denendi. Ardından 13 Şubat 1960'da başka ülkelerden teknolojik ve bilimsel yönden çok az destek alan Fransa takip etti. Çin ise Sovyetler Birliğinin gönülsüzce verdiği destekle 16 Ekim 1964'te beşinci nükleer silah sahibi ülke oldu (Sancak, 2013).

1.2 Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması

Dünya liderleri tarafından, 1960'lı yıllardaki nükleer yarışın bu şekilde devam etmesi durumunda, birçok ülkenin nükleer silaha sahip olabileceği ve bu durumun insanlık için büyük bir endişe kaynağı olacağı belirtilmeye başlandı. Böyle bir olası tehlikeyi engelleyebilmek amacıyla, nükleer yarışa öncülük eden ABD ve SSCB, nükleer enerjiden barışçıl amaçlar amacıyla istifade edilmesine de engel olmadan, sadece nükleer silahların yayılmasını ve teknoloji desteğini yasaklayan bir uluslararası anlaşma için görüşmelere başlanmasını sağladılar. Yapılan müzakerelerin sonucunda 1 Temmuz 1968'de NPT olarak da bilinen "Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması" ülkelerin onayına sunuldu ve 5 Mart 1970'de NPT yürürlüğe girdi. Anlaşmaya göre, bir yanda "nükleer silaha sahip ülkeler" olan ABD, SSCB, İngiltere, Fransa ve Çin, diğer yanda ise "nükleer silaha sahip olmayan ülkeler" olacak şekilde iki gruba ayrıldı. NPT ilk etapta ABD, SSCB'nin yanı sıra 59 ülke tarafından daha kabul edildi. Anlaşmaya ilk zamanlar soğuk bakan ve nükleer silah denemelerine devam eden Çin ve Fransa, NPT'yi ancak 1992'de onayladı (Pekar, 2017).

Anlaşma yükümlülüklerine göre, nükleer silaha sahip olan ülkeler hiçbir şekilde ellerinde bulunan nükleer silahları diğer ülkelere vermeyeceklerini, başka bir şekilde edinmelerine veya geliştirmelerine yardım etmeyeceklerini kabul ettiler. Ayrıca, nihai amaç nükleer silahsızlanma olacak şekilde, cephaneliklerini zaman içerisinde kademeli olarak küçülteceklerine söz verdiler. Diğer devletler ise nükleer silaha sahip olmayacaklarını ve nükleer silah üretme teknolojilerini geliştirmeyecekleri yönünde rıza gösterdi (Pekar, 2017).

1991 yılında cephaneliğini geniş bir alana konuşlandıran Sovyetler Birliğinin dağılması ile bağımsızlığını kazanan Ukrayna, Beyaz Rusya ve Kazakistan 1996 yılında ellerindeki nükleer silahları Rusya Federasyonuna devrederek NPT'yi imzaladılar.

Aslında en başından beri üçüncü grubu oluşturan ülkeler vardı. Bunlar nükleer silaha sahip olmayan ve NPT'ye de taraf olmamayı tercih eden devletlerdi. NPT dışında olup da 1974'te Hindistan, nükleer bir cihazı atmosferde deneyerek nükleer eşiği aştı. 1998'de Hindistan ve Pakistan, uluslararası kamuoyunun protestolarına rağmen birkaç nükleer denemeyi yeraltında gerçekleştirdiler (Engin, 2021).

Güney Afrika Cumhuriyeti, 1980'li yılların ortalarında az sayıda nükleer silah geliştirdiği yönünde açıklamalar yapmıştı ancak 1993 yılında beyaz azınlık

egemenliğinin sona ermesine yakın bir zaman öncesi hükümet, bu silahların militanlaşan siyahî muhalif grupların eline geçebileceği kaygısıyla tahrip etti. Artık bu tür silahlara sahip olmadığını açıklayan Güney Afrika Cumhuriyeti “nükleer silaha sahip olmayan ülke” statüsünde NPT antlaşmasını onayladı.

1980’li yılların başlarında İsrail’in gizli bir Nükleer Silah Programı üzerinde çalıştığı yönünde iddialar bulunmaktaydı. İsraili eski bir nükleer teknisyen olan Mordechai Vanunu 1986 yılında ortaya koyduğu kanıtlarla bu iddialar ispatladı. Vanunu’nun yasadışı yollardan elde ettiği kanıtlar İsrail’in aslında nükleer bir güç olduğunu açıkça gösterdi. Aslında Diona’da bulunan küçük bir nükleer reaktörün altında bir bomba fabrikası inşa edilmişti. Çekilen fotoğrafların incelenmesi ile İsrail’in 100’den fazla nükleer silah üretmeye yetecek miktarda malzeme temin ettiği anlaşıldı (Suvari, 2017).

Çin’in teknolojik anlamda desteğini alan Kuzey Kore, 2007’de NPT’den çekildi. Hükümet sözcüleri tarafından yapılan her açıklamada, ülkelerinin nükleer silahlara sahip olduğu açıkça dile getirdi. Bu ülkeye yönelik yapılan ambargolara rağmen geliştirdiği nükleer başlık taşıyabilen balistik füzelerin denemeler halen devam etmektedir. Bu durum başta çevre ülkeler olmak üzere dünya kamuoyunda endişe yaratmaya devam etmektedir.

Japonya, Kuzey Kore’nin etki alanında bulunmasından rahatsız olmakta ve yapılan çalışmaları dikkatle takip etmektedir. Japonların, sivil nükleer teknolojideki üstünlüğü sonucu ürettiği yaklaşık 23 ton plütonyum ile birkaç ay gibi bir süre içerisinde nükleer silah üretebilme becerisine sahip olduğu değerlendirilmektedir (Uzmen ve ark., 1997).

Yakın geçmişte, nükleer bir silah üretmek için gerekli malzemelerin pesinde koşan, yabancı teknoloji kaynakları ve aletleri elde edebilmek için nükleer karaborsayı dahi kullanan İran’ın özellikle Ukrayna’dan 200 kilotonluk nükleer savaş başlığı taşıyabilen 6 Cruise füzesi satın alması dikkatleri üzerine çekmiştir. Uzmanlar tarafından yapılan tahminlere göre, İran’ın nükleer silaha uygulanabilen zenginleştirilmiş uranyum ve plütonyum üretebilmek için 10 yıla yakın zamana daha ihtiyacı olduğu değerlendirilmektedir. Ülkemizle de sınır komşusu olan İran’ın, Orta Doğu’da söz sahibi bir güç olma arzusu geçmişten bugüne bilinen bir gerçektir. Ülkedeki muhafazakâr ve reformcu kesimlerin her ikisi de İran’ın nükleer teknolojiye sahip olmak için göstermiş olduğu çabaları desteklemektedir. Aynı zamanda birçok askeri üst düzey yetkililer

tarafından, ABD'nin öncülüğünde uygulanan uluslararası yaptırımlar sebebiyle konvansiyonel güçlerini geliştiremediklerini, nükleer silahların ordunun gücüne marjinal katkı sağlayacağı fikri savunulmaktadır.

Günümüzde sekiz ülkenin nükleer silahlara sahip olduğu bilinmektedir. 1970 tarihli Nükleer Yayılmanın Önlenmesi Anlaşması'na göre nükleer silaha sahip olmasına izin verilen ABD, Eski Sovyetler Birliğinden kaynaklı Rusya Federasyonu, İngiltere, Fransa ve Çin ile NPT anlaşmasını imzalamayan ve dünya kamuoyunca da nükleer silahlara sahip olduğu bilinen İsrail, Hindistan ve Pakistan'dır. NPT, Haziran 2003'e kadar bu üç ülke haricinde Birleşmiş Milletlerin (BM) kalan tüm üyeleri tarafından onaylanmıştır. Bu yönüyle de dünyada en çok kabul görmüş nükleer silah denetim anlaşmasıdır.



2. NÜKLEER ENERJİ

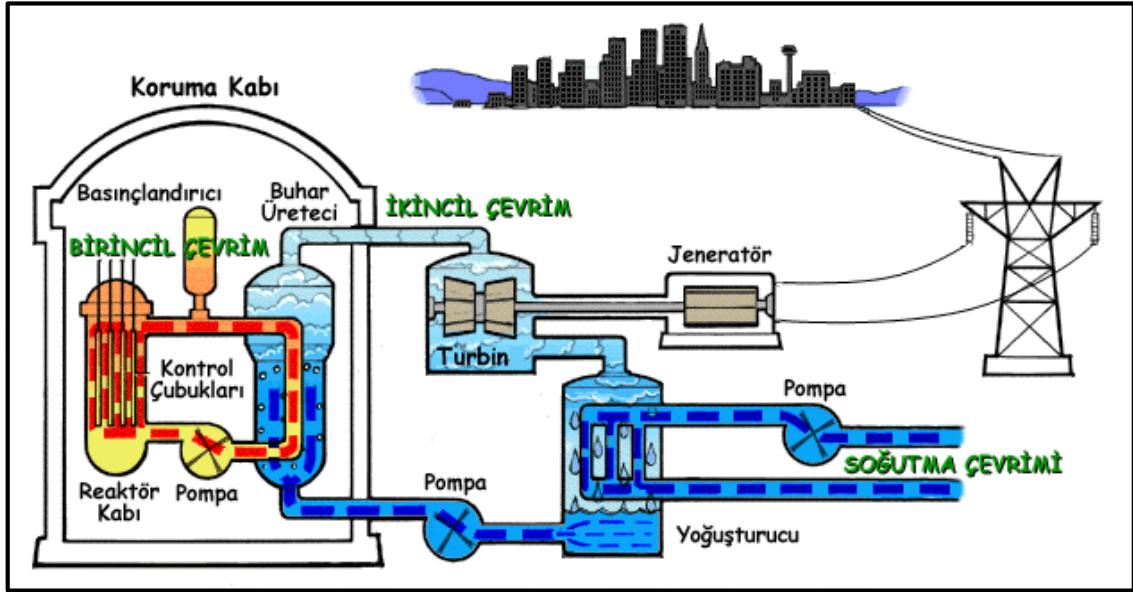
Tüm dünya devletlerinin ekonomik faaliyetlerinin en önemli koşulu enerjidir. Özellikle sanayi devriminin başlaması ile enerji insanlığın en temel ihtiyacı olmuştur. 18'inci yüzyılda enerji daha çok odun, su, rüzgâr, hayvan ve insan gücünden karşılanmıştır. Nüfusun hızla artması, kentleşme ve sanayileşme enerji ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Artan bu enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif kaynak arayışları hız kazanmıştır. İlk etapta elektrik üretimi için kömür, petrol ve bunların hammaddeleri kullanılmıştır (Öztürk, 2011). 20'nci yüzyılın ikinci yarısında meydana gelen enerji krizleri tüm devletleri ihtiyaç duyulan enerjiyi güvenilir kaynaklardan temin etme arayışına itmiş ve ekonomi politikalarında en önemli gündem maddesi haline gelmiştir. Enerjinin fosil kaynaklar haricinde farklı kaynaklardan aranmasının en büyük sebebi 1970'li yıllarda çıkan petrol krizidir. Özellikle bu sürecin sonunda nükleer enerji santrallerindeki artış dikkat çekmektedir.

Uluslararası ticarete söz sahibi ülkelere bakıldığında enerji ihtiyaçlarını 7 gün 24 saat esasına göre ucuz, kaliteli, sürdürülebilir olarak elde ettikleri görülmektedir. Yıllık enerji talep artışı kategorisinde %7-8 civarında olan Çin'in ardından Türkiye ikinci sırada bulunmaktadır. Ülkemizin her yıl artan enerji ihtiyacının güvenilir ve sürdürülebilir kaynaktan temin etmek için enerji kaynağı portföyüne nükleer enerjide katılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda Akkuyu ve Sinop'a nükleer enerji santrallerinin kurulması planlanmış ve bu çerçevede Rusya ile Akkuyu Nükleer Enerji Santralinin kurulması için 12 Mayıs 2010 tarihinde santralin tesisine ve işletilmesine dair işbirliği anlaşması imzalanarak Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu anlaşma 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM tarafından da onaylanmıştır.

2.1 Nükleer Enerjinin Keşfi

Dünyaca ünlü fizikçi Albert Einstein 1905 yılında atom çekirdeğinin bölünebileceği ve bunun sonucunda ciddi bir enerjinin açığa çıkacağı yönünde bir öngöründe bulunmuştur. Daha sonraki süreçte Alman fizikçi Otto Han ve Avusturya asıllı İsveçli fizikçi Lise Meitner ile diğer bilim insanları tarafından yapılan çalışmalar sonucunda bu teori doğrulanmıştır. Aslında dünyadaki ilk reaktör insanlar tarafından bulunmamıştır. Orta Afrika'da bulunan Oklo ülkesinin Gabon bölgesinde yer altı sularının binlerce yıldır doğal olarak ısındığı tespit edilmiştir. Daha sonra uranyum maden ocağı olarak kullanılacak olan bölgenin uranyum fisyonu sonucu oluşan enerji

sayesinde suyun ısındığı keşfedilmiştir. İnsan yapımı ilk nükleer reaktör ise ABD'nin Chicago eyaletinin Illinois kentinde kurulmuştur (Turan, 2006). Hem doğal hem de insan yapımı olarak ortaya çıkan bu reaktörlerden ısı üretilmiş ancak elektrik üretilmemiştir. Elektrik üreten ilk nükleer reaktör ABD'nin Pennsylvania eyaletinin Shippingport şehrinde 1957 yılında işletmeye alınmıştır (Öngü, 2014).



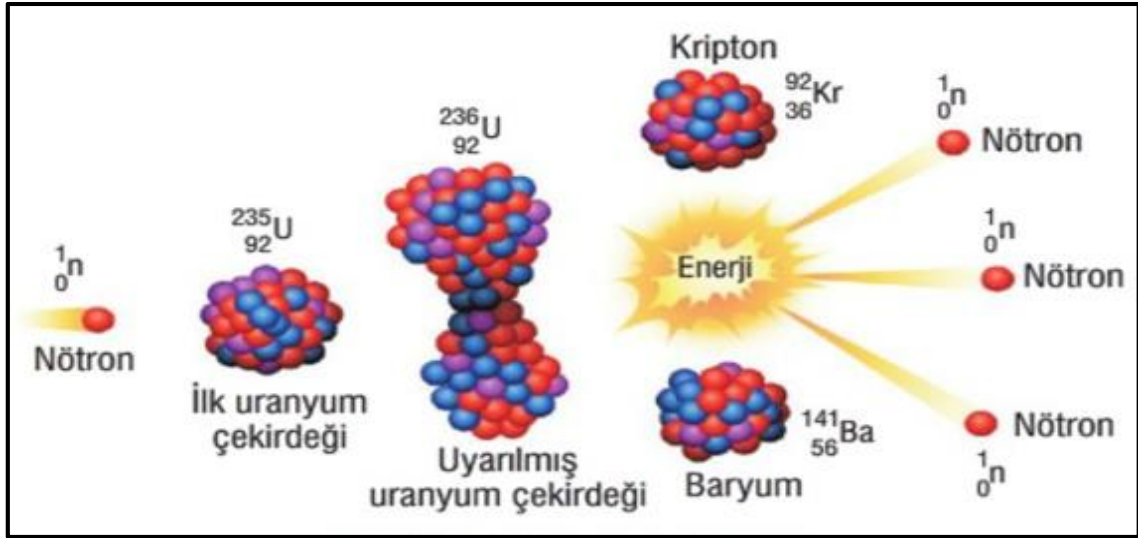
Şekil 2.1 Nükleer Güç Santralinin Elektrik Üretimi (Taek, 2014)

2.2 Nükleer Enerji Nedir?

Atomun proton ve nötronlardan oluşan çekirdeği parçalanması sonucunda çok büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Ağır atom çekirdeklerine nötronların çarpması sonucu çekirdeğin parçalanması sağlanmaktadır. Meydana gelen bu tepkimeye “filyon” diğler bir değışle “bölünme” adı verilmektedir. Her parçalanma tepkimesinin sonucunda filyon ürünleri ile birlikte birkaç tane nötron ve büyük bir enerji açığa çıkar. Nötron salınımı devam ettikçe ortamda bulunan diğler ^{235}U ’lere çarpamaya devam ederek “zincirleme reaksiyon” meydana gelir. Bu tepkimeleri kontrol edebilmek için nötron salınımını da kontrol etmek gerekir. Ayrıca, hafif atomlarında çekirdeklerini birleştirerek daha ağır bir atom oluşturulabilir. Bu tepkimeye birleşme ya da Füzyon tepkimesi adı verilir. Füzyon tepkimelerin sonucunda filyon tepkimelerine göre çok daha fazla enerji açığa çıkmaktadır (Harunoğulları, 2019)

Filyon tepkimelerin sonucunda kararsızlaşan atom çekirdeği parçalanarak nötron ve gama ışınlarını yanı sıra büyük miktarda enerji ortaya çıkartır. Bu tepkimelerin sonucunda oluşan çekirdeklere de filyon ürünleri adı verilir. Tepkimeler sırasında

çekirdeklerin uyarılması işlemi gamma ışınları ya da nötronlarla yapılır (Ertuğay, 2015). **Şekil 2.2**'de ${}_{92}\text{U}^{235}$ çekirdeğinin fisyon tepkimesinin örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Bir Nükleer Fisyon Reaksiyonu (Taek, 2010)

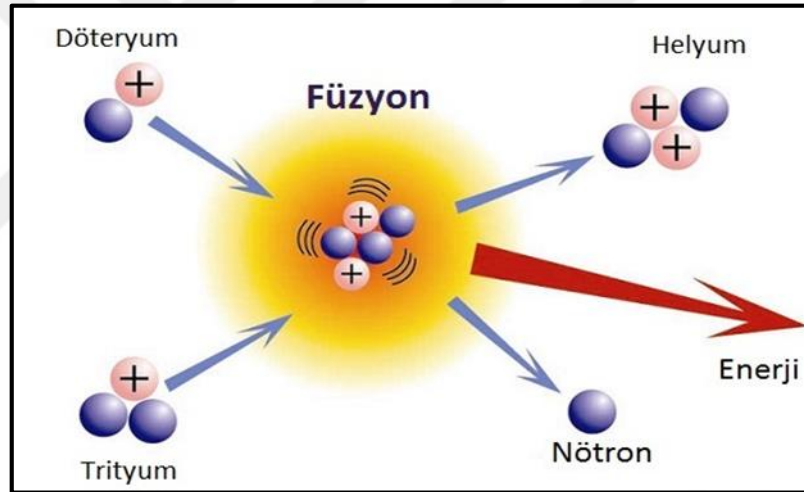
${}_{92}\text{U}^{235}$ çekirdeği 0,025 eV'luk küçük bir enerji ile uyarıldığında çekirdek bir nötron kazanarak birleşik çekirdeği oluşturur. Böylece ağır olan çekirdek parçalaması için uyarılmış olur ve “osilasyon” adı verilen salınım hareketi yapmaya başlar. Eğer kazanılan enerji çekirdeğin bölünmesine yetmiyorsa çekirdek ilk haline döner, yeterli ise çekirdek parçalanır. **Şekil 2.2**'deki gösterildiği gibi ${}_{36}\text{Kr}^{92}$ birinci, ${}_{56}\text{Ba}^{141}$ ikinci fisyon ürünleri ortaya çıkar. Parçalanma sonucu ortaya çıkan bu atomlarda nötron fazlalığı bulunduğu için kararsızdırlar. Fisyon ürünleri bölünmenin sonrasında yaklaşık 10^{-15} saniye sonra bir ya da iki nötron yayınlırlar. Bu nötronlar diğer ağır çekirdeklere enerji taşıyabilirler (Soya, 2014).



Şekil 2.3 Atom Bombasının Patlaması (Zengin, 2013)

Bir fisyon tepkimesinin sonucunda bölünme yaşayan her ağır çekirdek parçalanmasından sonra 2 ya da 3 nötron açığa çıkar. Bu nötronların her birinin enerjisi 2 Megaeletron volt (MeV) yakındır. Her bölünme için meydana gelen nötronlar diğer ağır çekirdekleri etkileyeceğinden kendi kendine reaksiyonlar devam eder. Ardı ardına oluşan bu reaksiyonlara “zincirleme reaksiyon” denir (Bozbıyık ve ark., 2001).

Hafif iki çekirdeğin daha ağır kütleyle sahip çekirdek oluşturacak şekilde birleşmesi olayına ise “füzyon” ya da “birleşme” denir. Diğer yönden tanımlanır ise fisyon tepkimelerinin tam tersidir. Fisyonun farklı olarak hafif çekirdeklere yükseltilmiş ısıya ulaşması için çok daha fazla enerji verilmesi gerekir. Oluşan reaksiyon sonucunda hafif atomların başlangıçtaki kütlelerinin toplamı ile oluşan çekirdeğin kütlesi arasında çok büyük fark vardır. Arada fark enerji olarak açığa çıkar ve bu enerji füzyon tepkimelerine göre çok daha büyüktür. Füzyon reaksiyonlarına güneş patlamaları örnek olarak gösterilebilir. **Şekil 2.4**'de füzyon tepkimesinin örneği gösterilmiştir.



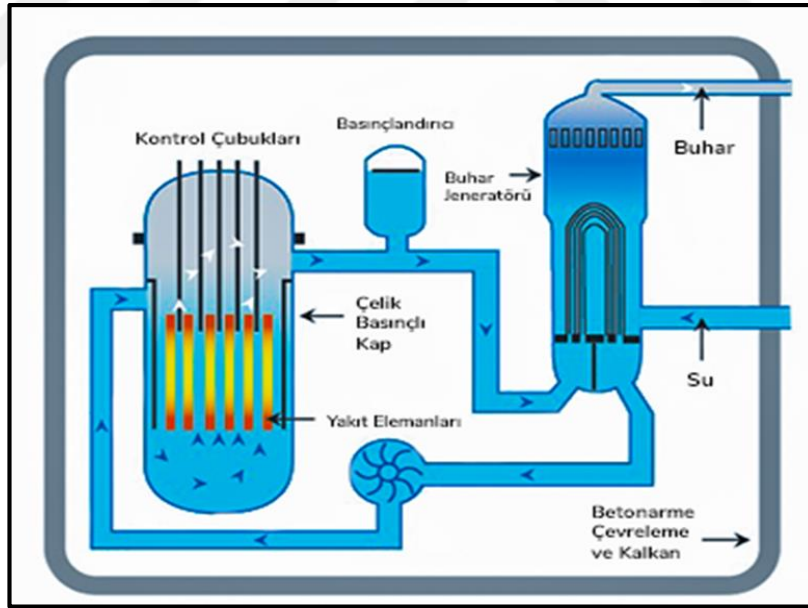
Şekil 2.4 Füzyon Tepkimesi (Zor, 2013)

2.3 Günümüzde Nükleer Enerji

İlk nükleer reaktörün 1942 yılında ABD’de kurulması ile başlayan serüven İngiltere’nin 1953’te, SSCB’nin 1954’te, Fransa’nın 1956’da ve Almanya’nın 1961’de nükleer enerjiyi kullanmaya başlaması ile devam etti. 1970 yılına kadar 10 ülke daha nükleer enerjiyi elektrik üretimi için kullanmaya başladı. 1973 yılında meydana gelen “Petrol Krizi” sonrasında nükleer enerjiye talep daha da arttı. 1986 yılında Çernobil Kazası ve petrol fiyatlarındaki düşüş sonrası nükleer bu talebi durma noktasına getirdi. Bu nedenle nükleer reaktördeki artış sonraki yıllarda sınırlı oldu (Ergün ve Polat, 2012).

2.4 Nükleer Reaktörün Yapısı

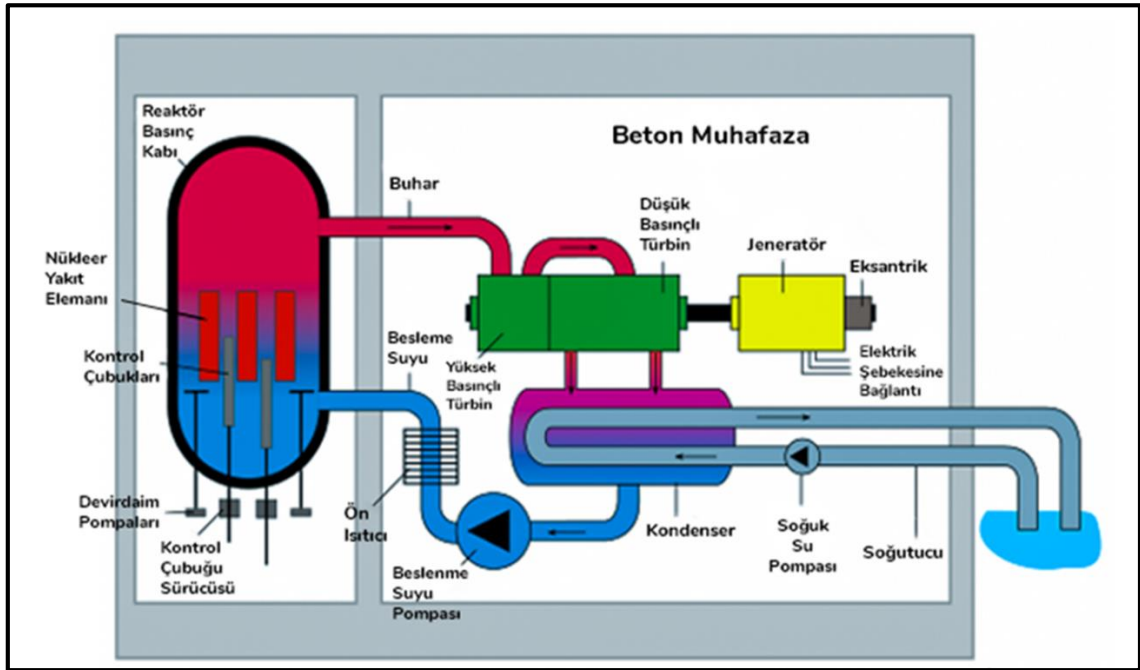
Ağır çekirdeğin bölünmesi ile ortaya çıkan yüksek miktarda enerji ve reaksiyonun sonucunda elde edilen yapay radyoaktif elementler, bölünme olayının önemini göstermektedir. Reaksiyonların kontrollü bir şekilde devam etmesine olanak sağlayan sisteme “nükleer reaktör” adı verilir (Yıldırım ve Örnek, 2007). İlk reaktörün ortaya çıkması ile bilim insanları ortaya çıkan bu muazzam enerjiden faydalanmanın yollarını aradılar. Tepkimeler sonucu ortaya çıkan nötronların bir kısmı ortam tarafından emilirken bir kısmı da sistemden çıkar. Reaksiyonların devam edebilmesi için ağır çekirdeklerin nötronlar ile çarpışmaya devam etmesi gerekir. Bu “çoğaltma faktörü” ile belirlenir. Çoğaltma faktörü, reaksiyonların öncesi ve sonrasındaki sayının oranı olarak ifade edilebilir. Reaksiyonların devam edebilmesi için bu oranın bir ve birden büyük olması gerekir. Oranın birden küçük olması durumunda reaksiyon devam etmez ve durur. Nükleer reaktörler içindeki reaksiyonlar istenilen düzeye ulaştığında çoğaltma oranı bir olacak şekilde devam eder. Eğer reaktör içinde reaksiyonların durdurulması isteniyorsa oranın birin altına düşürülmesi gerekir. Reaksiyonu devam ettiren nötronları kontrolü için bor ve kadmiyumdan yapılmış çelik çubuklar kullanılır (Tokgöz, 2017).



Şekil 2.5 Nükleer Reaktör Kontrol Mekanizmaları (İskender, 2005)

Nükleer reaktörün kalbinde yakıt olarak kullanılan uranyum parçalanması sonucu elde edilen enerji suya aktarılır. Isıl enerjiyi alan su, pompalar vasıtası ile buhar üreticisine gönderilir. Burada bir başka tankerde bulunan suyu kaynatırken doğal olarak ısı kaybeder ve soğur. Tekrar ısıl enerji kazanması maksadıyla reaktörün kalbine yakın olan kazana gönderilir. Buharlaştırılan su elektrik jeneratörüne bağlı bulunan buhar tribününe

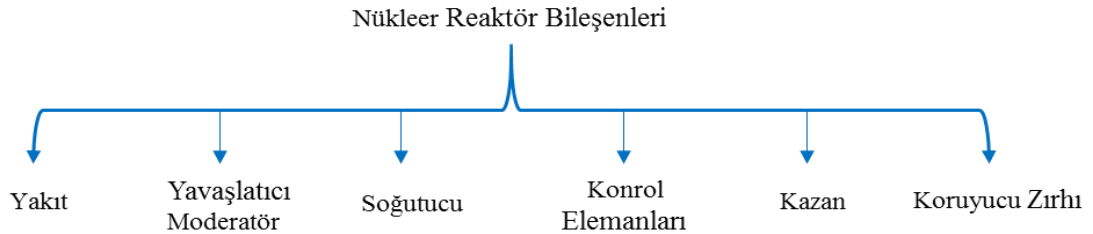
aktarılır. Tribünden geçen buhar türbin milini döndürerek hareket enerjisine dönüşür. Dönme hareketi de jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüşür. Elde edilen elektrik enerjisi iletim hatları vasıtasıyla kullanılacağı yere gönderilir. Türbin hareketini sağlayarak sahip olduğu basınç ve sıcaklığı düşmüş olan buhar, nehir ve denizlerden elde edilmiş suyun kullanıldığı yoğunlaştırıcıda tekrar sıvı hale getirilerek buhar üreticisine gönderilir. Tribünü çevirmek için kullanılan buharı yoğunlaştırma ve soğutmak için kullanılan suyun tekrar nehre ya da denize gönderilmesi herhangi bir çevre kirliliği problemine sebep olmaz (Kaya, 2018).



Şekil 2.6 Nükleer Reaktör Çalışma Prensibi (İskender, 2005)

2.5 Nükleer Reaktörün Temel Bileşenleri

Çok farklı reaktör tipleri olmasına rağmen genel anlamda nükleer reaktörler aşağıdaki bileşenler oluşur.



2.5.1 Yakıt Maddesi

Bir reaktörün en önemli bileşenidir. Ticari amaçla kullanılan reaktörlerde genel olarak uranyum kullanılmaktadır. ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu 'un bölünme özelliği bulunmaktadır. Reaktörlerde kullanılan yakıt maddesi madenlerden çıkarıldığı gibi kullanılamaz. Reaktörlerde yakıt olarak kullanılabilmesi için mutlaka bazı kimyasal işlemler sonucu "sarı pasta" (U_3O_8) olarak tabir edilen hale getirmek gerekir (Akyüzlü, 2008). Bu maddelerinde varillerde taşınması zorunludur. Doğada bulunan uranyumun % 99,282 fisil (^{238}U) izotopu, % 0,712'si fisil olmayan (^{235}U) izotop ve %0,006'sı ise ^{234}U izotopudur. Reaktörlerde doğal uranyuma göre ^{235}U miktarı artırılmış uranyum yakıt olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi ^{235}U 'in ^{238}U 'e göre fisyon yapabilme özelliğinin çok daha fazla olmasıdır.

Zenginleştirmeden sonra sarı pasta haline getirilen uranyum bir takım kimyasal işlemlerden sonra uranyum hekzaflorid (UF_6) haline dönüştürülür. Uranyum hekzaflorid, zenginleştirildikten sonra toz halde uranyumdioksit (UO_2) dönüştürülür. Toz halindeki uranyum 1400 °C'de ki sıcaklıkta preslenerek yakıt paletlerine dönüştürülür. Yakıt paletleri üst üste dizilerek yakıt çubukları oluşturulur (Terzioğlu, 2017).

2.5.2 Yavaşlatıcı

Reaktörlerin kalbinde meydana gelen reaksiyonları kontrol etmek için kullanılan en önemli birleşendir. Fisyon sonucu açığa çıkan nötronlar ile çarpışarak reaksiyon hızının düşürülmesini ve yakıt içerisinde bulunan reaksiyona girmemiş ağır çekirdeklerce yakalanmasını sağlar.

2.5.3 Soğutucu

Fisyon ile ortaya çıkan ısı enerjisi reaktör kabının aşırı şekilde ısınmasını sağlar. Soğutucu reaktör kabında oluşan ısı enerjisi reaktör dışına çıkarmak ve böylece reaktör kabını soğutmak için kullanılır.

2.5.4 Kontrol Elemanları

Reaktör içerisinde birim zamanda meydana gelen fisyon sayısını kontrol etmeye yarar. Böylece reaktörü güç seviyesinde tutulabilmektedir. Reaktörün kontrolü ortamdaki nötron sayısını kontrol etmekle sağlanır. Nötronların açığa çıkma hızı yakıt olarak kullanılan uranyum tarafından yakalanma hızına eşit ise reaktör aynı hızda çalışmaya devam eder. Ortam içerisinde nötron kalmaz ise doğal olarak fisyon reaksiyonu oluşmaz

ve reaktör durur. Fisyon hızını kontrol edebilmek için bordan ya da kadmiyumdan yapılmış ve nötronları çeken kontrol çubukları kullanılır. Bu çubuklar reaktör içerisinde istenilen seviyedeki derinliğe indirilerek meydana gelen reaksiyonlar kontrol altında tutulur (Akyüzlü, 2008).

2.5.6 Kazan

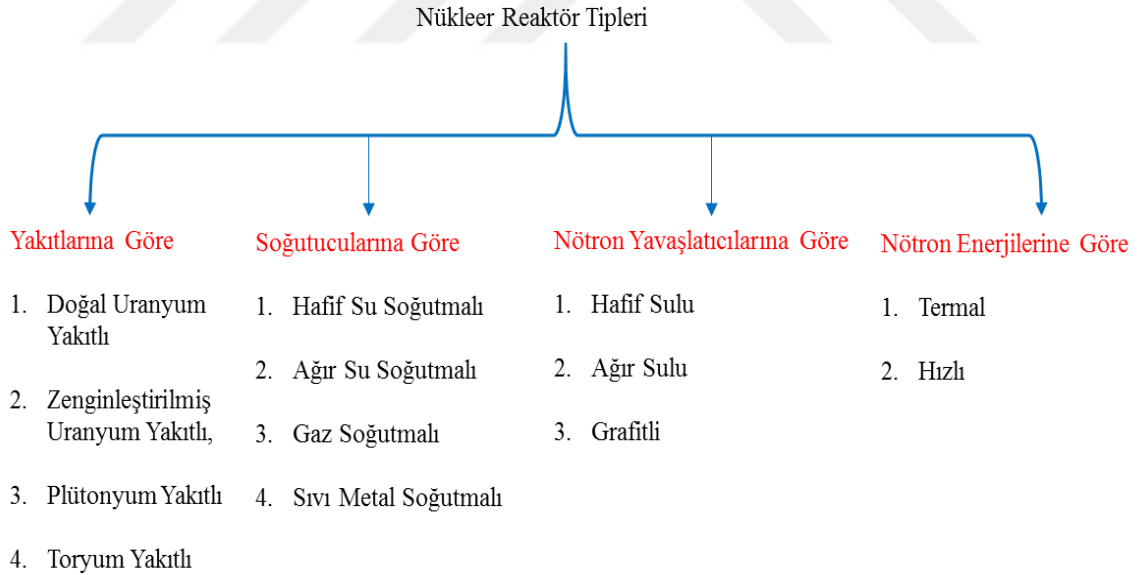
Giriş çıkış ağızlarını ihtiva eden reaktörün yakıt, yavaşlatıcı, soğutucu ve kontrol elemanları içerisine alan taşıyıcı kısımdır.

2.5.6 Koruyucu Zırh

Çalışanların reaktör içerisinde güvenli çalışması ve meydana gelen radyasyonun etkilerini en az seviyeye indirmek amacıyla reaktörün tamamen etrafını saran zırhtır. Güçlendirilmiş beton ve çelikten yapılmıştır.

2.6 Nükleer Reaktör Tipleri

Nükleer reaktör tipleri genel olarak dört çeşitte ayrılır. Reaktör tipleri ayrıntılı genel olarak tablo şeklinde aşağıda verilmiştir.



2.7 Nükleer Reaktörlerde Yakıt Çevrimi

Nükleer enerji santrallerin reaktörlerinde doğal ya da zenginleştirilmiş uranyum yakıt olarak kullanılmaktadır. Toryum diğer bir yakıt cinsi olarak düşünülse de günümüzde toryum tek başına yakıt olarak kullanılamamaktadır. Bu konuda çalışmalar

devam etmektedir. Günümüzde toryum ile çalışabilen nükleer enerji santrali bulunmamaktadır.

Uranyum, Martin Klproth tarafından 1789 yılında bulunmuştur. Doğada hiçbir zaman tek başına saf halde bulunmaz. Çeşitli elementler ile birleşerek uranyum minerallerini oluşturmuştur. Doğada +4 ve +6 değerlikli olacak şekilde bulunmaktadır. En fazla doğada bulunan +4 değerindeki uranyum mineralleri suda erimezler iken +6 değerlikli uranyum mineralleri ise suda erimektedir (Zararsız, 2005). Birçok ülke uranyum yataklarını bulmak için araştırmalarına devam etmektedir. Bunun sebebi nükleer enerji santrallerinin uzun süre rahatlıkla kullanılabilmesi için yakıt olarak kullanılacak uranyuma bağlıdır. Uranyum kaynaklarının birçok ülkede bulunması da nükleer enerji açısından büyük bir avantaj oluşturmaktadır.

Günümüzde nükleer enerji santrallerde yakıt olarak kullanılacak uranyumun % 60'ı üretim yolu ile geri kalan kısmı ise nükleer savaş başlıklarından ve reaktörlerde atık olarak oluşan fisil maddelerden karşılanmaktadır (Pamir, 2003). Dünyadaki nükleer enerji santrallerinin sayısı ve planlanan reaktör durumları dikkate alındığında mevcut uranyum stokları ihtiyacı rahatlıkla sağlayabilmektedir.

Toryum, Baron Jons Jakob Berzellus tarafından 1828 yılında bulunmuştur. 60'tan fazla minarelin içinde rastlanan toryum, uranyum gibi doğada saf halde bulunmaz. Doğrudan yakıt olarak kullanılamayan toryum uzun süreli enerji üretimi kapasitesine sahip olmasına rağmen ancak plütonyum ve uranyum ile birlikte kullanılabilir.

Soğuk savaşın sona ermesi, nükleer silahsızlanma için yapılan anlaşmalar, artan nükleer terörizm tehlikesi ile beraber nükleer kazaların meydana getirdiği çevresel sorunlar, bilim insanlarını toryum ile çalışan reaktör yapma çabasına sevk etmiştir. 2005 yılında Hindistan ve daha sonraki zamanlarda Çin, toryum ile çalışan bir nükleer reaktör prototipini çalıştırmayı başardıklarını açıklasalar da günümüzde henüz dünyada toryum ile çalışan reaktör bulunmamaktadır (Yıldırım ve Örnek, 2007). Fisyon yönünden üstün bir karakteristik özelliğinin olması, reaksiyon sonucunda oluşan ürünlerin yarı ömürlerinin kısa olması, reaksiyon sonucu oluşan ürünlerin nükleer silah yapımına uygun olmayışı ile nükleer terörizm tehlikesinin rahatlıkla bertaraf edilebiliyor olması ve hammadde üretimi için zenginleştirme çalışmalarına gerek olmayışı, toryumun yakıt olarak kullanılmasını cazip hale getiren etkenlerden bazılarıdır.

Günümüzde sadece toryumla çalışan nükleer reaktör geliştirilse de mevcut nükleer reaktörlerin temel tasarımlarında çok büyük değişiklikler yapmadan sadece toryumun hammadde olarak kullanılması mümkün değildir. Daha öncede belirtildiği gibi ancak ^{235}U ve ^{239}Pu ile birlikte yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca nükleer enerji konusunda adım atan ülkemiz toryum yatakları konusunda dünyada Hindistan'dan sonra ikinci sıradadır.

Plütonyum aslında nükleer reaktörün içinde reaksiyondan sonra oluşan fisyon bir ürünüdür. ^{238}U izotopunun protonla etkileşimi sonucu meydana gelir. Reaktörün kalbinde oluşan reaksiyonlar sonucu çok yavaş bir şekilde oluşur. Ayrıca oluşan plütonyumun kendisi de bir fisyon yakıtı olduğu için yanar. Hatta reaktörde üretilen enerjinin yaklaşık üçte birini plütonyumdan gelir (Öngü, 2014). Yakıt içerisinde bulunan ^{238}U izotopunu yararsız görmek yanlış bir düşüncedir. İzotopun doğrudan yanması ya da çok düşük oranda da olsa dahi fisyon yapması sonucu yaklaşık % 2'lik bir katkı yapmasına rağmen genel itibariyle ihmal edilir. Fisyon tepkimeleri sırasında oluşan plütonyumdan daha fazla enerji meydana gelir. Reaktörün modeli ve çalışma sistemi, birikiminin hangi hızda ve ölçüde oluşacağını belirleyen temel faktördür.

Örneğin 1 Gigawatt (GW) gücündeki nükleer santralin, bir yıllık zaman diliminde yaklaşık olarak 270 kg plütonyum üretebilir. Reaktör durdurulduğunda içerisinde bulunan uranyum kalıntıları ile birlikte soğuma havuzlarında bekletilmesi gerekir. Daha sonra kimyasal yöntemler ile birbirlerinden ayrıştırılır.

2.8 Yakıt Çevrimindeki Karakteristik Büyüklükler

2.8.1 Yanma Oranı

Yakıt elemanı olarak kullanılan fisil maddelerin fisyon reaksiyonları sonucu tamamen tükeninceye kadar bekletilmez (Akyüzlü, 2008). Bunun başlıca nedenleri şöyle açıklanabilir.

- Yakıt elemanlarının reaksiyon süresince nötron bombardımanından kaynaklı şekil değiştirmeler meydana gelir,
- Zaman içerisinde fisyon çekirdeklerinin azalması sonucu yakıtın reaktivite değerinde düşer,

- Filyon sonucu meydana gelen ürünlerin çoğunun radyoaktif elementler, geri kalan kısmının ise nötron yutucu olması, nedenlerinden ötürü yakıtın tamamı yanması beklenmez. Bu durum yakıt maliyetlerini artırıcı sebeplerin başında gelir.

Yanma oranı (Burn up) denilen ve yakıt içerisindeki fisil malzemenin ne kadar kullanılabilceğini belirleyen büyüklük aşağıdaki ifade ile verilir.

$$BU = \frac{\text{TOPLAM } N^{235}}{\text{İLK } N^{235} - \text{SON } N^{235}} = \frac{Z_1 - Z_2}{100}$$

Eşitlik 1 Yanma Oranı Formülü

Yanma oranını (Burn up) belirlemek için yakıt içerisindeki fisil malzemenin ne kadar kullanılabilceğini belirlemek için yukarıda formül kullanılır.

Ticari amaçla kullanılan reaktörlerde yanma oranı yakıtın tonu başına üretilen enerji oranında tespit edilir (Tokgöz, 2017).

2.8.2 Dönüşme Oranı

Reaktörün yakıtı iki tür malzemenin karışımından oluşmaktadır. ^{235}U , ^{233}U ve ^{239}Pu 'dan oluşan birincil fisil malzeme, nötron bombardımanı altında nötron yutarak bölünürler ve enerji üretimini sağlarlar. ^{238}U ve ^{232}Th 'den oluşan ikincil fertil malzeme ise nötron yutarak yeni fisil çekirdeklerin oluşmasını sağlar. Dönüşüm reaksiyonlarının yardımı ile üretilen fisil çekirdek sayısının, bölünen fisil çekirdek sayısına oranı "dönüşme oranı" olarak tanımlanır. Uranyum ve toryumun karışımından oluşan yakıt kullanılan reaktörlerde bir taraftan fisil yakıtlar bölünerek tüketilirken, diğer taraftan da fisil çekirdekler oluşur (Ersoy ve Yazar, 2012).

$$\% \text{ Dönüşme Oranı } (C) = \frac{\text{Üretilen Fisil Çekirdek Sayısı}}{\text{Tüketilen Fisil Çekirdek Sayısı}}$$

Eşitlik 2 Dönüşme Oranı Formülü

2.8.3 Nükleer Yakıt Çevrimi

Reaktör yakıtı olan fisil bir maddenin doğadan cevher olarak çıkarılışından nükleer reaktörde yakıt olarak kullanılabilcek hale gelmesi ve yakıt olarak kullanıldıktan

sonra atıkların zararsız hale gelinceye kadar geçen sürece “yakıt çevrimi” olarak tanımlanmaktadır (Akyüzlü, 2008).

Uranyum için açık ve kapalı çevrim olarak iki tip çevrim kullanılmaktadır. Açık çevrimde, madenden cevher olarak alınan uranyumun reaktörde kullanılması, reaktörden sonra kullanılmış yakıtın ara depolaması ve müteakibinde daimi depolanmasıdır. Açık çevrim türünde nükleer santralin kurulmasına karar verildikten sonra kullanılmış yakıtlar ve radyoaktif maddeler içinde daimi kalacağı deponun da kurulma için planlama yapmak gerekir. Kapalı çevrimde ise kullanılmış yakıt ve reaksiyon ürünlerinden tekrar kullanılabilir uranyum ve plütonyum gibi maddeler ayrıştırılmakta ve bunlar tekrar enerji üretmek için reaktörde yakıt olarak kullanılmasıdır (İnal, 2021). Her iki tip çevrim arasında kapalı yakıt çevrimi kaynakların daha verimli kullanımı açısından daha faydalıdır. Kapalı yakıt döngüsünün de radyoaktif yakıtların açık yakıt döngüsüne göre çok daha fazla olması önemli bir dezavantaj oluşturur (Öngü, 2014).

3. NÜKLEER ATIKLAR

Nükleer reaktörlerde yakıtların kullanımı sonucu oluşan kalıntılara “nükleer atık” olarak tanımlanmaktadır (Taner ve Odası, 2020). Bu kalıntıların canlılara ve çevreye zarar vermemesi için güvenli ve ekonomik bir yönetin bulunması bir zorunluluktur.

3.1 Nükleer Enerji Üretiminde Ortaya Çıkan Radyoaktif Atıklar

Nükleer enerji santrallerinde elektrik üretimi için kullanılan reaktörlerde kullanılan yakıtın yaklaşık % 4,5'i kullanılmaktadır. Kullanılan kısmın yerini ise reaksiyonlar sonucu meydana gelen fisyon ürünleri, plütonyum ve uranyum ötesi elementler alır. 1000 Megavat (MW) gücündeki hafif su soğutmalı reaktörden % 95,5 oranında UO₂, % 3,5 oranında atom ağırlıkları farklı fisyon ürünleri, % 0,9 oranında Plütonyum ve % 0,1 oranında Neptünyum (Np), Amerikyum (Am), Küriyum (Cm) gibi uranyum ötesi elementler ortaya çıkar. Kullanılan yakıtın içinde bulunan uranyum ve plütonyum tekrar yakıt olarak kullanılabilir. Arta kalan radyoaktif yakıtlar ise suya karışmaması için camlaştırma metodu ile depolanır (Kaya, 2012).

3.2 Nükleer Enerji Üretiminde Ortaya Çıkan Radyoaktif Atıkların İdaresi

Radyoaktif atıkların canlı ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi devletlerin kendi sorumluluğu altındadır. Reaktörde açığa çıkan radyoaktif atıkların güvenli bir şekilde idaresi için uluslararası alanda anlaşmalar yapılmıştır. Bu anlaşmalar ile devletlerarası işbirliği, temel prensipler ve yükümlülükler ortaya konulmuştur. Uluslararası Atom Enerji Ajansı (UAEA)'nın radyoaktif atıkların yönetilmesi için hazırladığı “Radyoaktif Atık Yönetim İlkeleri” aşağıdaki hususları ortaya koymaktadır (Özkara, 2019).

1. Sadece devletlerin ulusal sınırlı değil sınır aşan boyutta canlı ve çevre sağlığı için bir koruma sağlanmalıdır. Bu koruma en az kabul edilebilir seviyede olmalıdır.

2. Radyoaktif atıklar için belirlenecek standart gelecek nesilleri etkileyecek seviyede olmamalıdır. Bu standartlar ile gelecek nesilleri gereksiz sorumluluk altında kalmasından kaçınılmalıdır.

3. Devletlerin görev ve yükümlülüklerinin açıkça belirlendiği ve kendi hukuk sistemler ile bağdaşık düzenleme ve önlemler alındığı yasal düzenlemeler oluşturulmuştur.

4. Nükleer reaktörlerde açığa çıkan atık üretimi mümkün olan en aza indirilmelidir. Enerji üretimi ve atık arasındaki bağı hesaplanarak atık güvenliği devletler tarafından kendi garantileri altına alınmalıdır (Kaya, 2018).

Nükleer enerji santrallerinde meydana gelen atıklar ile ilgili gerekli faaliyetler, açığa çıkan radyoaktif atıkları en aza indirme, atıkları güvenli şekilde koruma, taşıma, ara depolama ve nihai depolama şeklinde sınıflara ayrılabilir.

Günümüzde birçok nükleer enerji tesisi eski teknoloji ile çalışmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile mevcut tesislerin modernizasyonun yapılması ve planlanan tesislerin ise son teknoloji ile tasarlanmaları gerekmektedir. Böylece geçmişe nazaran çok daha az radyoaktif atık miktarı hedeflenmektedir.

Atık maddelerin katı halde depolanması ve uygun koşullar sağlanarak gömülmesi gereklidir. Düşük ve orta seviyeli atıklar uygun forma getirilerek ara depolama için paketlenir, gerekli standartlarda izolasyon yapıldığında ise toprak altına gömülebilir. Yüksek radyasyon içeren atıklar ise sıvı haldedir (Kaya, 2012). Bu atıkların herhangi bir işleme tabi tutmadan gömülmesi tehlike yaratacaktır. Bu yüzden yüksek radyasyon içeren atıklar ayrıştırılarak soğutulmalı, nitelikli beton içerisinde ya da camlaştırma metodu ile katılaştırılabilirler. Bu sayede yüksek radyoaktif maddeler çok uzun bir süre sabit kalabilir.

Radyoaktif atıkların miktarı karşılaştırıldığında diğer atıklara göre çok daha az seviyededir. Örneğin AB’de yıllık atık miktarları karşılaştırıldığında; endüstriyel atıkların yüksek aktiviteli yakıtlara göre çok daha fazla olduğu görülecektir.

Tablo 3.1 AB’de 1 Yıl İçerisinde Meydana Gelen Atık Miktarları (Kaya, 2012)

Endüstriyel Atık	Toksik Endüstriyel Atık	Radyoaktif Atık	Yüksek Aktiviteli Radyoaktif Atık
1 Milyar m ³	10 Milyon m ³	50.000 m ³	500 m ³

Ara depolamanın amacı ise düşük ve orta seviyeli radyoaktif maddelerin yeniden işleme alınma ihtimaline karşı uygun koşullarda saklanmasıdır. Genel olarak ara depolama merkezleri nükleer reaktörün bulunduğu tesislerin içinde tercih edilmektedir. Yine ara depolama ile yüksek radyoaktif maddelerin ısı ve radyasyon kaybetmeleri sağlanır. Ara depolamada istenilen standartlar sağlandığı takdirde onlarca yıl güvenli bir şekilde saklama yapılabilir (Saygın, 2004).

Nükleer enerji santrallerinde açığa çıkan atıkların son adımı nihai depolamadır. Nihai depolamada radyoaktif atıklar geri dönüşüm planlamadan uzak, canlılara ve çevreye zarar vermeyecek şekilde, güvenlik standartlarına uygun muhafaza edilmek maksadıyla oluşturulur. Nihai depolama yerleri sadece bu maksatla hazırlanmış özel yerlerdir.

3.3 Radyoaktif Maddelerin Sınıflandırması

Radyoaktif atıklar radyoaktivite oranlarına göre UAEA tarafından belirlenmiş limitler üzerinde katı, sıvı ve gaz hallerde bulunabilen atık materyallerdir.

Radyoaktivite açısından kontrol altında tutma, taşıma ve saklama açısından zırlama gerektirmeyen atıklara **düşük düzey atık** denir. Bu atıklar çok düşük seviyede radyoaktiviteye sahiptir. Uranyum ötesi elementler barındırmazlar. Nükleer atık toplamının hacimce % 90'ını oluşturur (Çetin ve Aylıkcı, 2022). Nükleer santrallerin normal işlemleri sonucu ortaya çıkan yakıtlardır. Ayrıca hastane ve laboratuvarlarda çok fazla ortaya çıkmaktadır. Diğer atık türlerine göre radyoaktivitelerini çok çabuk kaybederek kararlı hale dönüşürler. Kapladığı alanı azaltmak için sıkıştırılabileceği gibi özel konteynerlerde yakılabilirler. Saklanması için zırlamaya gerek yoktur. Suya karışmasının engellemek için saklanacağı yerin zemini su geçirmez malzeme ile kaplanması yeterlidir.

Orta düzey atıklar, düşük düzey atıklardan farklı olarak saklanması sırasında zırlama gerektiren atıklardır. Nükleer atık hacimce toplamının % 7'sini, radyoaktivite açısından ise % 4'ünü oluşturur. Yüksek düzey atıklara göre daha az radyasyon içerirler. Reaktörde meydana gelen ilk reaksiyonların ardından oluşan yakıt cevheri atıkları, santral çalışanlarının kullanmış olduğu kıyafetler, reaktör süzgeçleri gibi atıklardan oluşur. Bu tür maddeler hacim yönünde sıkıştırılabilen ve sıkıştırılmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca bu radyonüklidlerin ortalama 30 yıl yarı ömre sahiptir (Yapıcı, 2015).

Yüksek düzeyli nükleer atıklar ise toplam atıkların oranında % 3 gibi bir oran kaplasalar da, radyoaktivite yönünden % 95'ini oluştururlar. Reaktörden çıkan kullanılmış yakıtlar ve yeniden değerlendirilen yakıtlar işlenirken ortaya çıkan yüksek derecede sıvı halde bulunan aktif materyallerden oluşur. Reaktörde kullanılan yakıtın % 96,4'lük kısmı tekrar yakıt olarak değerlendirilebilir. Bu tür atıklarda ilk olarak istenilen sıcaklığı inmesi için soğutma havuzlarında uzun süre bekletilir. Soğutma işleminden sonra camlaştırma ya da betonlaştırma ile katılaştırılarak özel olarak hazırlanan nihai

depolarda saklanır. Yalnız şunu belirtmek gerekir ki bu tür atıklar için dünyada sadece Finlandiya'nın nihai deposu bulunmaktadır. Diğer ülkeler nihai depolama için yer belirleme ve planlama aşamasındadır (Eral, 2015).

3.4 Radyoaktif Atıkların Kaynakları

3.4.1 Güç Reaktörlerinde Kullanılmış Yakıtlar

Nükleer reaktörler için kullanılan radyoaktif yakıtlar radyoaktif atıkları oluşturan kaynaklardan bir tanesidir. Reaktörün tipi ve gücüne göre değişiklik göstermekle beraber, ortalama 1 GW gücünde bir santralden yılda ortalama 27 kg uranyum atığı ortaya çıkar. Reaktörlerde kullanılan uranyum, reaksiyona girdikten sonra fisyon ürünlerinin yanı sıra uranyum ötesi çekirdeklere ve radyoaktif atıklar oluşturur (Can, 2021).

3.4.2 Yakıt Yeniden İşleme Tesisi

Radyoaktif atıkların yeniden değerlendirilerek yakıt olarak kullanıldığını daha önce bahsetmiştik. Radyoaktif atıklar için diğer bir kaynak ise yeniden değerlendirme tesisleridir. Reaktörden çıkarılan kullanılmış yakıtlar yoğun radyoaktivite içerir. Zırhlandıktan sonra soğumaları için havuzlarda uzun süre bekletilir. Kullanılmış yakıttan uranyum ve plütonyumun kimyasal yollarla birbirlerinden ayrılmasından sonra kalan kısmı atık olarak değerlendirilmektedir (Can, 2019).

3.4.3 Nükleer Araştırma Merkezleri

Bu tesislerde meydana gelen atıklar hedeflenen izotopların elde edilmesi ve sıcak hücre laboratuvarlarının işletilmesi sırasında meydana gelir. Bu tesislerde ortaya çıkan radyoaktif atıkların büyük çoğunluğu kısa yarı ömürlü olmaktadır.

3.4.4 Hastaneler

Sağlık kurumlarında radyoaktif maddeler hastalık tanı testlerinde, ışın tedavisinde ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Radyoaktif maddelerin kullanımı sırasında giyilen koruyucu elbiseler, metal parçalar ve kâğıt gibi malzemelerden oluşur. Atıklar, niteliklerine göre farklı yöntemler kullanılarak saklanır (Othan ve Omar, 2023).

3.5 Radyoaktif Atıkların Bertaraf Edilmesi

Radyoaktif atıklar yeniden değerlendirmek için geri kazanım yapılmayacaksa canlılar ve çevre için zararlı olmayacak şekilde kontrollü olarak depolanması

gerekmektedir. Günümüzde bu atıkların zararlarını önleyecek şekilde depolanması için gerekli teknoloji mevcuttur. Radyoaktif atıkları geçici ve kalıcı olmak üzere iki grupta incelenebilir. Depolanacak alanın deprem kuşağından uzak olması, hava koşullarının uygunluğu, nüfus yoğunluğunun az olması ve çevresel koşulların uygun olması gerekir. Toprak özelliği olarak su geçirmez özellik arz etmelidir (Özkara, 2019). Ayrıca mümkün olduğunca yeraltı sularından olduğunca uzak olması şarttır.

Geçici saklama alanları daha çok kısa ömürlü izotopların saklanması için uygundur. Bu tür atıklar standartları sağlanmış konteynerlerin içerisinde zırhlama yapılmış olan geçici uygun alanlarda saklanabilir.

Kalıcı saklama alanları daha çok yüksek düzey radyoaktivite içeren atıkların saklanması için kullanılır. Genel olarak çelik tankların içiğinde yer altında saklanır. İnsan yapımı olabileceği gibi doğal mağara ya da eskiden kullanılmış maden ocakları tercih edilebilir. Saklama işlemi için çelik tanklar yerleştirdikten sonra kum ile boşluklar doldurularak üzerine beton dökülür (Taner ve Odası, 2020).

Nükleer reaktörlerde meydana gelen atıklar katı hale getirilerek saklanması ekonomik ve güvenlik açısından büyük avantajlar sağlar. Özellikle sıvı atıkların katılaştırılması için en çok kullanılan yöntemler, özel olarak hazırlanan çimentolama ve camlaştırmadır (Erdoğan, 2010).

Camlaştırma, katı ve sıvı halde bulunan radyoaktif atıkların hacminin mümkün olduğunca küçülttükten sonra cam bünyeye homojen şekilde emdirilme ve sabitleme işlemidir. Camlaştırma yöntemini diğer yöntemlere göre ciddi derecede avantajlar sağlamaktadır. Örneğin camın dayanıklı bir ürün olması, kırılrsa dahi sadece yüzeydeki radyoaktif çekirdekler açığa çıkacaktır. Camın içinde kalan diğer çekirdekler aynı şekilde korunmaya devam edecektir. Ayrıca cama istenilen şeklin verilmesi atık maddelerin kolaylıkla depolanmasını sağlamaktadır.

Radyoaktif atıkların katılaştırmasında kullanılan yöntemlerden en düşük maliyetli olanı ise çimentolaştırmadır. Bu yöntem işlem kolaylığı ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Çimentolaştırma yöntemi, atık hacmi kadar çimentonun eklenmesi ile yapılmaktadır. Yöntemin en büyük dezavantajı zamanla çimentoda meydana gelecek aşınmalardır. Düşük radyoaktif maddelerin sabitlenmesi işleminde daha sık kullanılmaktadır (Akdağ Sezen, 2010).

4. MERSİN AKKUYU NÜKLEER ENERJİ SANTRALİ

Dünyada sanayileşmenin hızla artması ile beraber, devletlerin gündemi ulusal çıkarlarına uygun kaynaklardan enerji ihtiyaçlarını karşılamak olmuştur. Zaman içerisinde meydana gelen petrol krizleri nükleer enerjinin değerinin artmasına sebep olmuş ve birçok ülkede reaktör kurulmasına sebep olmuştur. 1979 yılında ABD’de Three Mile Island ve 1986 yılında SSCB’de Çernobil nükleer enerji santrallerinde meydana gelen kazalar nükleer enerjiye bakış açısını değiştirmiştir. Nükleer enerjiye karşı olumsuz düşünceler nükleer reaktöre olan talebi durağan hale getirmiştir (Furuncu, 2016). 2000’li yıllardan itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim olmuşsa da bu tür kaynakların iklim koşullarına bağımlılığı, her zaman istenilen düzeyde rüzgâr, güneş ve su kaynaklarının olmayışı, yani bir anlamda dış etkenlere bağımlı olmasına karşın, nükleer enerjinin kesintisiz olarak enerji üretebilmesi değerinin devam etmesini sağlamıştır. Uluslararası ticaret ve kalkınmışlık yarışında devletlerin ön sıralarda bulunmasının temel şartlarından bir tanesi de ihtiyaç duyulan enerjinin ucuz maliyetli ve sürekli olmasının sağlanmasıdır.

Türkiye’nin yıllık enerji talep artışı yaklaşık olarak % 7-8 arındadır (Satman, 2007). Talep edilen bu artış oranı ile ülkemiz dünyada Çin’den sonra ikinci sıradadır. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı enerji arz güvenliğini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu sebeple enerji çeşitliliğine nükleer enerjinin de dâhil edilmesi gerekmektedir. Akkuyu’da inşasına başlanan ve Sinop’ta kurulumu planlanan nükleer santraller sayesinde enerji kaynaklarının çeşitliliği artacak ve enerji arz güvenliği daha iyi seviyeye çıkacaktır. Nükleer enerji santralinin kurulumu mali açıdan incelediğimizde, her iki bölgede kurulacak olan enerji santralleri ile yılda 80 milyar kilovatsaat (kwh) elektrik enerjisi üretilecektir. Bu miktarda elektrik enerjisini doğalgazlı bir santralde üretmek için 7,2 milyar dolar doğalgaz ithal etmemiz gerekecektir. Bu miktarda Mersin Akkuyu’daki 4 ünite nükleer reaktörün kurulumu maliyetine eşittir (Çelik, 2015).

Mersin Akkuyu Bölgesinde Nükleer Enerji Santraline Kurulmasına ve İşletilmesine Dair İşbirliği Anlaşması 12 Mayıs 2010 yılında Türkiye ile Rusya Federasyonu arasında imzalanmıştır. Bu anlaşma 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM tarafından onaylanmış ve 6 Ekim 2010’da ise Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu anlaşmaya göre Akkuyu’da kurulacak nükleer elektrik santrali, her biri 1200 MW gücünde 4 adet Water-Water-Energy-Reactor / Su-Su-Enerji-Reaktör (WWER) 1200 tipinde reaktör kurulacaktır. 1 ve 2’nci ünitesinde % 70’i 3 ve 4’üncü ünitesinde ise % 30

oranına tekabül eden elektrik üretimi 15 yıl boyunca kwh'i KDV hariç 12,65 cent ortalama fiyattan alım garantisi verilmiştir (Telli, 2016). Anlaşmanın gerçekleşmesi kapsamında 2010 yılında Ankara'da Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) Elektrik Üretim A.Ş. adı altında proje şirket kurulmuştur. Santrallerin inşaatında maksimum sayıda Türk mühendis görev alacak, malzeme olarak yerli donanım kullanılacaktır. Santralde görev alması öngörülen toplamda 600 öğrenci Rusya'da bulunan nükleer santrallerde eğitim alması planlanmaktadır (Öngü, 2014).

4.1 Türkiye'nin Temel Enerji Politikası

Enerjinin bir ülkenin ekonomik anlamda gelişmesini sürdürebilmek için en önemli öğedir. Enerji güvenlik arzının bir devlet politikası olarak ele alınmalı ve konu hakkında çok boyutlu stratejiler üretilmelidir. Her geçen gün enerji ihtiyacında meydana gelen artışına ters orantılı olarak fosil yakıtlarda azalmaktadır. Bu durumda her devlet gibi ülkemizi de farklı enerji kaynakları arayışına itmektedir. Türkiye'nin enerji alanındaki politikası; enerji kaynağı konusunda dışa bağımlılığın azaltılması, üretilebilecek kaynak çeşitliliğinin artırılmasıdır. Üretim kaynaklarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en az şekilde olması, yerli kaynak üretimine önem verilmesi, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların stratejik depolama kapasitelerinin artırılması, enerji ihtiyacını en ucuz, sürekli ve güvenli olacak şekilde sağlamak olarak tanımlanabilir (Pamir, 2003).

4.2 Akkuyu Nükleer Elektrik Santrali Projesinin Özellikleri

Nükleer güç santrali, uranyum atomunun kontrollü olarak yapılan zincirleme reaksiyonları sonucu bölünmesi ile ortaya çıkan enerjinin rektörün kalbine bir soğutucu vasıtasıyla taşınmasını, taşınan ısı ile buhar üretimin yapılması, elde edilen bu enerjinin tribünler vasıtasıyla mekanik enerjiye çevrilmesini ve müteakip olarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi prensibi ile çalışan sistemdir (Furuncu, 2016).

Akkuyu'da inşaatına devam edilen çift devreli WWER yakıt reaktörün kalbinde bulunur. Reaksiyonlar sonucu açığa çıkan ısı enerjisi soğutucu su yardımıyla buhar üreticisinin yanından geçirilir. Üreticinin içerisinde bulunan su buhara çevrilerek türbin shaftını çevirir. Proje 4 adet üniteden oluşmaktadır. Bu ünitelerin her birinin gücü 1200 MW, santralin toplam gücü 4800 MW ve ortalama yılda 35 milyar kwh elektrik üretimi planlanmaktadır. Santralin ortalama kullanım ömrü 60 yıl olacaktır. Tesiste dünyanın en güvenli reaktörleri arasında gösterilen 3'üncü nesil hafif suyun hem moderatör hem de soğutucu olarak kullanıldığı WWER tipi kullanılacaktır.



Şekil 4.1 Akkuyu Nükleer Elektrik Santrali Modellemesi (Aktaş, 2021)

Projenin yapımında neden Rusya Federasyonu seçilmiştir? Bu sorunun birçok cevabı vardır. Öncelikle Rusya nükleer enerji teknoloji arasında dünyanın önemli üreticisi ve işleticileri arasındadır. 1950’li yıllara kadar dayanan tecrübesi bulunmaktadır. 1986 yılında Çernobil’de meydana gelen kaza ve SSCBnin dağılması ile nükleer santrallerin yapımı durdurulsa da 2000’li yıllarda bu santraller faaliyete geçmiştir. Dünyada Rus nükleer teknolojisi ile 11 ülkede yapılan ve inşa halinde olan toplam 83 reaktör bulunmaktadır. Rusya Federasyonunun kendi toprakları içerisinde bulunan 32 adet nükleer elektrik santralinde ortalama yıllık 23.084 MW elektrik üretimi yapılmaktadır. Bunlara ek olarak 10 reaktörün yapımına devam edilmekte olup ayrıca 14 nükleer santralin yapımı planlanmaktadır. Türkiye’de kullanılacak olan WWER-1200 tipi reaktör hali hazırda Rusya’nın Novovoronezh ve Leningrad’ta kullanılmaktadır. Bu reaktörler tek seferde aldığı maksimum düzeydeki yakıtla 2 yıl çalıştırılabilme ve yılda sadece 5 gün süre bakım ihtiyacının olması olumlu taraflarıdır. Bu tip reaktörde meydana gelebilecek bir sorun durumunda 24 saat içerisinde tamamen kapatılabilme yeteneğine sahiptir (Vasilchenko ve ark., 2008). Reaktörün yakıt sağlaması ve Türkiye’nin nükleer silaha sahip olmayan ülke statüsünde olmasından dolayı kullanılan yakıtı geri alma durumu da anlaşma içerisinde yer almaktadır. Yap – Sahip Ol – İşlet modeli ile yapılacak Akkuyu Nükleer Enerji Santralinin ürettiği elektrik Türkiye tarafından satın alınacaktır. Yukarıda sayılan sebeplerden ötürü santralin inşası için Rusya Federasyonu seçilmiştir.

5. NÜKLEER MADDE ve TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ

İleri bilimsel yetenek ve yüksek teknoloji gerektiren nükleer enerjinin yaklaşık 80 yıllık bir geçmişi vardır. Günümüzde devletler arasında da hem prestij ve hem de gücün sembolü olarak görülmektedir (Kıbaroğlu, 2013). En önemli enerji kaynağı olmasına rağmen, meydana gelebilecek çevre kirliliğinin ve yüksek maliyet endişesi ile bazı dönemlerde siyasal tercihlerinde etkisi ile bir kenara itilmiştir. Nükleer enerji hakkındaki bilgi eksikliği nedeniyle, zaman zaman, alternatif bir enerji kaynağı olarak da görülmüştür. Kullanım maksadı ve amacı ne olursa olsun, etkili ve kapsamlı kullanıldığında nükleer güç, her alanda en temel güç kaynağı olarak görülebilir. Sırf bu yüzden bile enerji tedarik sıkıntısı çeken birçok ülke “nükleer güç” sahibi olmak istemektedir (Kıbaroğlu, 2018).

Nükleer enerji, tamamen barışçıl sivil amaçlar çerçevesinde değerlendirildiğinde elektrik enerjisi üretmek, tıpta teşhis ve tedavi yapmak ve tarımda verimliliği arttırmak gibi sayısız imkânlar sağlamaktadır. Askeri amaçlar dâhilinde kullanıldığı takdirde ise, insanlık tarihinde benzeri görülmemiş bir yıkım gücü ve yaydığı radyoaktivite nedeniyle telafisi mümkün olmayan çevresel etkiler nükleer enerjinin sebep olduğu zararlar arasındadır. Böylesi bir birine zıt özellikleri bir arada bünyesinde barındırdığı için nükleer enerji ikiyüzlü olarak tanımlanmaktadır (Tunçer, 2013).

UAEA'nın tanımına göre nükleer maddeler, zenginleştirilmiş ^{235}U (Uranyum-235), ^{233}U (Uranyum-233), ^{239}Pu (Plütonyum-239), toryum ve doğal uranyumdur. Uranyum elementinin ^{238}U ve ^{235}U olarak adlandırılan iki izotopu bulunmaktadır. Bu tür atomların üzerine yapılacak nötron ışınlanması sonucu meydana gelen parçalanma büyük oranda enerjinin açığa çıkmasına sebep olur. Bir nötron yuttuğunda parçalanır ve zincirleme reaksiyona neden olur. Böylece ortaya muazzam bir enerji çıkmasını sağlayan ^{235}U izotopu, bu reaksiyona kontrollü olarak sokulduğunda bir nükleer reaktörde enerji üretmek için kullanılabilir. Doğal uranyum madeni % 99 oranında ^{238}U ve % 0,72 kadar az miktarda ^{235}U izotoplarından oluşmaktadır. Bu orandaki ^{235}U ile enerji üretimi sağlamak ya da nükleer silah olarak kullanılacak zincirleme reaksiyon gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Uranyum maddesi içerisinde çok az miktarda bulunan ^{235}U izotopunun çeşitli işlemlerden geçirerek, oranın istenen seviyeye getirmek için yapılan işleme “zenginleştirme” denilmektedir (Zararsız, 2005).

Enerji üretimini sağlamak için doğal oranı olan % 0,72'den % 3-5 arasına yükseltilmelidir. Nükleer silah amaçlı kullanım için ^{235}U izotopunun oranı en az % 90 ve daha üzeri olmak zorundadır. Atom bombası, çok yüksek miktarda zenginleştirilmiş ^{235}U izotopunun zincirleme reaksiyona girmesi sonucu açığa çıkan kontrolsüz enerjinin ürünüdür.

Uranyumun her iki izotopu benzer kimyasal özellikler gösterir. Bu sebeple bu iki izotopu birbirinden ayırtmak ve doğal uranyum içindeki ^{235}U izotopu elde etmek için fiziki bir kuvvet uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bu imkânı sağlayan yöntemlerden biri doğal halde bulunan uranyumu çeşitli işlemlerden geçirerek gaz haline getirilmesi ve bu gazı son derece yüksek hızda dönen santrifüjler ile uranyum izotoplarını birbirinden ayırmak şeklinde yapılabilmektedir. Santrifüj içindeki uranyum, Hexafluorid adı verilen ^{238}U izotopundan oluşan gazın daha ağır olmasından dolayı merkez kaç kuvvetinin etkisi ile santrifüjün duvarlarına doğru gitmesine karşın daha hafif olan ^{235}U ortada toplanmak suretiyle birbirlerinden ayrıştırılabilmektedir (Alacakir ve ark., 1997). Nükleer silah yapımında kullanılan ^{235}U izotopu elde edebilmek için bu işlemi binlerce kez yapmak gerekir fakat bu yüksek oranda enerji gerektirmesi nedeni ile maliyeti çok yüksektir. Ayrıca bilimsel ve teknik açıdan ileri bilimsel ve teknolojiye sahip olmayı da gerektirir.

On üç kadar ülkede uranyum zenginleştirme tesisleri bulunmaktadır. Dünyada bulunan 400'den fazla nükleer reaktörün büyük bir çoğunluğu % 3-5 zenginleştirilmiş uranyum yakıtı kullanan hafif su reaktörüdür. Doğal uranyumda % 0,72 miktarda bulunan U-235 izotopunu enerji üretmek için kullanılan % 3-5 Düşük Zenginleştirilmiş Uranyum (LEU) ile nükleer patlayıcılarda kullanılan % 90 seviyesine Yüksek Zenginleştirilmiş Uranyum (HEU) çıkartmak için sadece daha fazla zamana ihtiyaç vardır (Kibaroglu, 2013).

Nükleer silahların yapımı için kullanılabilen bir diğer madde plütonyumdur ve doğada bulunmamaktadır. Enerji üretmek maksadıyla kullanılan Nükleer reaktörlerin çalışması sırasında yakıt olarak kullanılan % 3-5 LEU'ya yapılan nötron ışınlama işlemi sırasında parçalanma özelliği bulunmayan ^{238}U izotopu bir nötron kazanarak ^{239}U 'a dönüşür. Oluşan bu yeni madde parçalanma özelliğine sahip olur ve ^{239}Pu olarak tanımlanır. Basit olarak anlatıldığında reaktörde kullanılan yakıtın işlenmesi sonucu oluşan atık bir maddedir. Elde edilebilmesi için reaktörün durdurulması ve oluşan atık maddenin çıkartılması gerekir fakat oluşan bu yakıtı ideal ısıya düşebilmesi için aylar süren zaman gerebilir. Bundan sonrada saf plütonyumu elde edebilmek için kimyasal

ayırıştırma yöntemleri kullanılır. Bu işlemden sonra plütonyumun nükleer silahlarda kullanılabilmesi için başka bir işleme ihtiyaç yoktur. Ortalama 1000 Megawatt (MW) gücündeki nükleer reaktörün 1 yıllık süre ile çalışmasından ortalama 50 kg plütonyum elde edilir. Reaktörün çalışma süresine ve ışınlama miktarına göre değişmekle beraber bu miktar 2-3 katına çıkabileceği gibi daha azda olabilir. Nükleer silah elde edebilmek için ortalama 8 kg plütonyum gerektiği hesap edildiğinde, 1000 MW gücündeki bir nükleer reaktörden ortalama 6 ila 10 nükleer başlık üretebilme imkânı olmaktadır. (Dili, 2011).

Nükleer silah yapmak için gerekli bu iki temel maddenin elde edilmesi nükleer santrallerin varlığı ile bağlantılıdır fakat bu iki maddenin temin edilmesi için reaktör kurulması gibi bir koşulda gerekli değildir. Nükleer silah yapımında kullanmak için ise hiçbir tesis kurmaya bile gerek olmayabilir. Günümüz dünyasında politik çatışmalardan ve otorite boşluklarından kaynaklı sebeplerden dolayı yasadışı yollarla temin edilebilmektedir. 1991 yılında Sovyetler Birliği'nin dağılmasıyla bu devletin topraklarında kurulmuş olan tesislerden çalınan bu tür nükleer maddeler özellikle komşu ülkelerde birçok kaçakçılık olayının konusu olmuştur (Kibaroglu, 2006). Diğer bir taraftan bahse konu maddelerin nükleer silah yapımı dışında fakat onu yakın etki edebilecek şekillerde kullanılması da ihtimaller arasındadır (Allison, 2004).

Radyolojik maddelerde aynı nükleer maddelerde olduğu gibi, bilim, endüstri, tıp ve tarım alanında kullanılmaktadır. Yayıdıkları alfa, beta ve gama ışınları, insan sağlığını tehdit eder. Bu nedenle teröristler, bir radyolojik silah (kirli bomba) yapmayı ya da radyoaktif ışın yayan bir cihazı ele geçirip insan sağlığını tehdit etme amaçlı kullanmayı hedefleyebilirler. Nükleer maddelere erişimleri ve derme-çatma bir nükleer bomba yapma ihtimalleri nispeten daha düşük olsa da bu durum olasılıklar arasındadır. UAEA, 2003 yılında yayınladığı rapora göre bu radyolojik maddelerin öne çıkanları Sezyum (^{137}Cs), Kobalt (^{60}Co), İridyum (^{192}Ir) ve Amerikyum (^{241}Am)'dur.

29 Temmuz 1957 yılında kurulan ve BM bünyesinde faaliyet gösteren UAEA bilim ve teknoloji temelli bağımsız bir kuruluştur. Nükleer teknolojinin barışçıl amaçlarla kullanılması için üye ülkelere destek vermektedir. Bünyesinde nükleer maddeleri denetleme mekanizmaları ile devletlerin nükleer taahhütlerini kontrol eden birimler yer almaktadır. Bu kuruluş tarafından nükleer emniyet; nükleer ve radyolojik maddelerin depolama, taşınma ya da kullanımları esnasında yetkisiz kişiler tarafından sabotaj, çalınma ve yetkisiz erişimi önlemeye yönelik tüm tedbirler olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım aslında nükleer maddelere yönelik yapılabilecek terörizmi ifade etmektedir. Terör

örgütlerinin nükleer maddelere bir şekilde sahip olmaları durumunda derme çatma bir nükleer patlayıcı ya da aynı şekilde radyolojik silah yapabilecekleri değerlendirilmektedir. Nükleer tesisler her zaman terör örgütlerinin öncelikli hedefleri arasındadır. Tesislere veya vasıtalarına karşı siber saldırıda dâhil olmak üzere yapabilecekleri her türlü eylem çevresel felakete sebep olacaktır. Örneğin saldırı sonucu yayılan radyolojik maddeler havaya, toprağa ve suya karışması sonucu medeni hayat uzun yıllar boyunca etkilenecektir. Ele geçirdikleri radyolojik silahlarla bir bölgede radyasyon yaymaları durumunda ise birçok insanın ölümüne ve rahatsızlıklara neden olabilecektir.

Öte yandan bir ülkenin nükleer teknolojiden barışçıl amaçla faydalanmak için nükleer tesis kurma çabasında olması, özellikle NPT'ye göre 'Nükleer Silaha Sahip Ülkelerin' etkisi ile uluslararası meseleye dönüşebilmektedir. Örneğin Türkiye Cumhuriyetinin 1960 yılından itibaren yapmış olduğu girişimler, diğer faktörlerin de yanı sıra başta ABD olmak üzere Batılı ülkelerin kaygıları bahane edilerek engellenmeye çalışılmıştır. Nitekim İran'ın bir kısmını gizli olarak yürüttüğü çabalar sonucu sahip olduğu nükleer tesisleriyle birlikte bu konudaki bilimsel ve teknolojik birikimini barışçıl amaçlar dışında kullanabileceği endişesi mevcuttur. Bu durumun, İran'a karşı başta İsrail ve ABD olmak üzere batılı ülkeler tarafından askeri operasyonlara bir mazeret gerekçesi olabileceği değerlendirilmektedir. Kuzey Kore bir süre UAEA ve nükleer teknolojiye sahip ülkelerle uyumlu bir görünüm sergilemiş fakat uluslararası konjonktürün uygun olduğu bir zamanda NPT anlaşmasının yükümlülüklerini ihlal ederek nükleer silah geliştirme çabası içine girmiştir. Bu durum Kuzey Kore hakkında ciddi kuşkuların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bu ülke 2007 yılında da NPT anlaşmasından çıktığını açıklamış ve nükleer başlık taşıyabilen füze denemelerine başlamıştır (Kibaroglu, 2004). 1990'lı yıllara kadar otoritesi güçlü olan devletler tarafından geliştirilen ve muhafaza edilen nükleer maddeler, Sovyetler Birliğinin dağılması ile haklarında yeni bir tehlikenin meydana çıkmasına neden olmuştur.

6. NÜKLEER MADDE KAÇAKÇILIĞI

6.1 Sovyetler Birliği Sonrası Nükleer Madde Kaçakçılığı

Soğuk Savaş sona ermeden önce, sadece beş devlet nükleer güç olarak tanınmıştır. On beş cumhuriyetin oluşturduğu Sovyetler Birliği'nin merkezi otoritenin çökmesi dağılmayı hızlandırdı. Bu durum geniş bir coğrafyada dağınık durumda bulunan silah üretim fabrikaları, nükleer malzemelerin bulunduğu depolar, araştırma reaktörleri ve nükleer elektrik santraller gibi yüzlerce kritik tesiste güvenlik zafiyetinin ortaya çıkmasına sebep oldu. Emniyetsiz durumda olan bu tür tesisler organize ya da bireysel kaçakçıların ve fırsatçı çalışanların hedefi haline geldi. Bazı durumlarda da nükleer maddelere yetkisiz kişilerce erişim sağlandı (Goodby ve ark., 2004). Oluşan otorite boşluğu Rusya, Ukrayna ve Kazakistan'da nükleer silah kara borsasının ortaya çıkmasına sebep oldu. Meydana çıkan karaborsa zaman içerisinde büyüdü ve kontrolü güç hale geldi. Nükleer teknolojiye sahip olan devletler ve nükleer olmayan güçler bu büyüyen karaborsa sonucu nükleer silah için kullanılan maddelerin organize suç grupları ve terör örgütleri gibi devlet dışı aktörlerin eline geçmesinin olasılığından endişe duymaya başladı. Bu durum karşısında nükleer maddelerin yasadışı yayılmasının önlenmesi, en önemli ulusal ve uluslararası güvenlik politikası konularından biri haline geldi (Mærli ve Lodgaard, 2007).

Nükleer silahların kontrol dışı yayılma olasılığı uluslararası istikrar ve güvenlik için bir tehlike oluşturmaya başladı (Schneider, 1994). Bu tür silahların parçaları dahi konvansiyonel silahlara uygulanabilmesi, teknoloji ve bilgilerin nükleer silahlara sahip olmayan devletlere ya da devlet dışı aktörlere yayılabilme ihtimalini artırdı. Bu durum, nükleer savaş olasılığını artırabileceği, uluslararası ve bölgesel ilişkileri istikrarsızlaştırabileceği veya devletlerin ulusal egemenliğini tehlikeye atabileceği korkusu yarattı.

Bu korkunun yaratığı güvenlik sorunu ile başa çıkabilmek için ülkeler bir dizi önlemler almaya çalıştı. Sokolski'ye (1995) göre, stratejik silah teknolojisinin yayılmasını engellemek için beş farklı girişim oldu. İlk nükleer silahların yayılmasını önleme girişimi, tüm tehlikeli stratejik nükleer faaliyetlerin ve malzemelerin uluslararası mülkiyetinin kurulmasını amaçlayan Baruch Planıdır. İkincisi, gelişmiş nükleer teknolojiyi bu teknoloji üzerinde etkili güvenceler sağlamak için diğer ülkelerle paylaşan “Barış için Atomlar” programıdır. Üçüncüsü, stratejik silahlar edinmemek için silahsız devletleri

kontrol etmeye çalışan Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması'dır. NPT, nükleer silahların geliştirilmesinin aksine yayılmasını önlemeyi daha yeterli bir şekilde ele alır. Dördüncü çaba, KİS'i çoğaltıcıları inkâr etmeye çalışan "Avustralya Grubu" olan "Füze Teknolojisi Kontrol Rejimi (MTCR)" idir. Son çaba ise, "Karşı Yayılma Girişimi" ile başlatılan kontrolsüz çoğalmayı etkisiz hale getirmek çabalarıdır (Sokolski, 1995).

Bu çabalar arasında NPT, son yıllarda nükleer silahların yayılmasını önleme hareketinin temel taşı olduğu için en etkili olarak kabul edilmektedir (Shultz ve ark., 2007). Soğuk Savaş'ın sona ermesinin ardından dünya, nükleer silahların yayılmasında yeni bir aşamaya atlamıştı. BM'nin o yıllarda nükleer silahların yayılmasına karşı yürütülen kampanyanın etkisi ile birkaç büyük başarısı da oldu. Bu başarıların içerisinde nükleer madde karaborsası ve meydana gelebilecek tehlikelere karşı 1990'ların başında, yaklaşık 40 ülke NPT'ye üye oldu. 1995 yılında da antlaşma süresiz olarak uzatıldı. Günümüzde hemen hemen tüm ülkeler anlaşmaya taraf olarak imza atmıştır. Anlaşmayı henüz imzalamamış olan az sayıdaki devletleri ikna etme çabaları sürekli olarak devam etmektedir.

Nükleer silahları elde etme çabalarının artmasının birçok nedeni vardır.

Birincisi, uluslararası çatışmaların bölgesel düzeye taşınmasıdır. Süper Güçlerin küresel gelişmeler üzerindeki kontrolünün azalmasıyla bölgesel işlere katılımları da azalma gösterdi. Bu durum çeşitli alanlarda ülkelerin etkileşimlerine katkıda bulundu. Nükleer silahların yayılmasının önlenmesi alanı da dâhil olmak üzere BM'nin rolünü güçlendirdi. Fakat bölgesel çatışmalarda BM'nin Karar alma mekanizmalarını çok yavaş işlemesi ve etkisiz girişimler devletlerin ya da devlet dışı aktörlerin cesaretlerini artırdı. (Huntley ve ark., 2005).

İkinci neden, nükleer enerji uzmanlarına, teknolojilerine ve malzemelerine daha geniş erişime, nükleer karaborsa oluşumuna, teknik ilerlemeye ve çift kullanımlı teknoloji ve malzemelerin yaygınlaşmasına neden olan bilgi devrimidir (Karp, 2002).

Üçüncü neden ise, devletlerin nükleer malzemeye sahip olduğu durumlarda diğer ülkeleri caydırmak için kullanılan özel mesajlardı. Nükleer silahlar çoğunlukla savaşta kullanılacak bir silah olarak değil daha çok siyasi baskı veya caydırıcılık aracı olarak görülmektedir. Bu anlamda büyük güçler, nükleer silahları ulusal güvenliklerini ve çıkarlarını sağlamak için çok etkili bir siyasi baskı aracı ve caydırıcılık olarak görmektedir. Doğal olarak, belirli koşullar altında nükleer olmayan ülkeler de bu tür

silahlara sahip olmak isteyecektir. Devletlerarası anlaşmazlıklarda etkin olarak kullanılan nükleer caydırıcılık, her zaman nükleer çoğalmayı teşvik edecektir (Cimbala, 2001).

II. Dünya Savaşı'nın sonunda nükleer silahların ortaya çıkmasıyla başlayan tartışma, nükleer silah malzemelerinde bir karaborsanın ortaya çıkmış olabileceğine dair göz korkutucu göstergeler tehlikenin her zaman devam edeceğini göstermektedir. Nükleer silahları takip etmek için yeni yaklaşımlara ihtiyaç vardır. Özellikle nükleer silah arzını ve talebini etkileyen koşullar önemli ölçüde değişmiştir. Soğuk savaş döneminin sona ermesi ile nükleer silah sınıfı malzemenin fazlalığı ve siyasi ittifakların alt üst olması bazı ulusları daha fazla bazı ulusları daha az güvenli hale getirmiştir (May, 1994). Bu süreçte, Sovyetler Birliği topraklarından hırsızlık ve kaçakçılık vakalarının artması nedeniyle özellikle bu ülkeye komşu olan devletler diğer ülkelere göre daha fazla risk altında kalmıştır.

Sovyetler Birliği'ndeki ilk nükleer kaçakçılık davası, 1992'de Podolsk nükleer tesisinden yaklaşık 1,5 kilogram yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyum (% 90 ²³⁵U) çalınmasını içeriyordu. Yapılan araştırmalar sonucu olayı gerçekleştirenin o tesiste görevli bir çalışan olduğu anlaşıldı. Sonraki üç yıl içinde, zenginleştirilmiş uranyum (HEU) veya plütonyum içeren dokuz kaçakçılık olayı daha meydana geldi. Meydana gelen vakalar incelendiğinde olayın faillerinin çoğunun amatör hırsızlar olduğu görüldü. Çalınan nükleer malzemenin niteliği konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarından dolayı pazarlamada da başarılı olamadılar. Öncelikle kendileri bir alıcı bulmaya çalıştı ya da komisyoncularla bağlantı kurmak için kişisel bağlantıları kullandılar. Çoğu durumda da, alıcılar bunları takip eden gizli polis veya istihbarat ajanları oldu.

Tablo 6.1 1991 ve 2001 Yılları Arasındaki Nükleer Madde Vakaları (Kıbaroğlu, 2013)

Sıra No	Vaka Adı ve Tarihi	Malzeme Yönlendirildi	Malzemenin Kökeni
1	Rusya 1992	1,5 Kg % 90 HEU	Rusya
2	Litvanya 1992	150 g % 50 HEU	Rusya
3	Rusya 1993	1,5 Kg Plütonyum	Rusya
4	Almanya 1993	6,15g Plütonyum -329	Muhtemelen Rusya
5	Almanya 1993	800 mg % 87,7 HEU	MuhtemelenRusya

Sıra No	Vaka Adı ve Tarihi	Malzeme Yönlendirildi	Malzemenin Kökeni
6	Rusya 1993	4,5 g % 20 HEU	Rusta
7	Almanya 1994	560 g MOX yakıtı; 363 g Plütonyum	Muhtemelen Rusya
8	Rusya 1994	3,05 Kg % 90 HEU	Muhtemelen Rusya
9	Rusya 1994	1,7 Kg % 21 HEU	Rusya
10	Gürcistan 1997	2 Kg % 90 HEU	Gürcistan
11	Rusya 1998	18,5 Kg (Zenginleştirme Seviyesi Belirtilmemiş)	Muhtemelen Rusya
12	Bulgaristan 1999	10 g 76 HEU	Bilinmeyen
13	Kırgızistan 2000	1,5 g Plütonyum	Bilinmeyen
14	Gürcistan 2000	920 g % 30 HEU	Bilinmeyen
15	Rusya 2000	3,7 Kg % 21 HEU	Muhtemelen Rusya
16	Gürcistan 2000	0,4 g Plütonyum Tozu	Bilinmeyen
17	Fransa 2001	5 g % 70-80 HEU	Bilinmeyen

1995 ve 1998 arasındaki dönemde, HEU ve plütonyumda yasadışı kaçakçılığı içeren önemli bir yayılma vakası görülmedi. Bu dönemde, Rusya'da nükleer malzemeleri engellemeye yönelik proaktif politikaların başarılı olduğu düşüncesi hâkim oldu. Tek istisna 1997'de Sohum'daki Vekua Enstitüsü'nden 2 kg HEU çalınması ve çalanların yakalanarak malzemeye el konulması olayı oldu.

Yapılan araştırmalar, çok az yeni vakanın görüldüğü 1998 ile 2001 arasındaki dönemde, devletler dışında oluşan ve şiddet içeren terör örgütü gibi aktörlerin bazı kilit noktalarda rollerinin olduğunu gösterdi. 1998 yılının Aralık ayında Rus basınında 18,5 kg HEU'nun çalınmaya çalışıldığına dair haberler çıkmıştır. Olayla ilgili yapılan araştırmaların sonucu elde edilen bulgular, bireysel fırsatçılıktan ziyade hırsızlığın organize bir grup ile tesis çalışanlar tarafından yapıldığını işaret etmiştir.

Kaçakçılık olaylarının ilk zamanlarında nükleer tesislere sahip Batı Avrupa ülkeleri hedef pozisyonunda yer alırken iken, 1995 yılından sonraki dönemlerde

Ortadoğu Ülkeleri hedef durumuna gelmiştir. Buna ek olarak, organize suç gruplarının finansal kazanç nedeniyle nükleer kaçakçılığın risklerini kabul etmeye daha meyilli olabileceğine dair işaretler tespit edilmiştir. Rus mafyasının nükleer kaçakçılığı davalarına karıştığına dair somut bir kanıt olmamasına rağmen, 2001 yılında bir kilogramdan fazla nükleer madde satmaya çalışan Balashikha organize suç grubunun altı üyesinin tutuklanması dikkate değerdir. Ele geçirilen malzemenin sadece % 2,4 ²³⁵U ile zenginleştirilmiş nükleer yakıt olduğu ortaya çıkmıştır (Potter ve Sokova, 2002).

O yıllarda şiddet içeren terör ve organize suç örgütleri gibi devlet dışı aktörlerin nükleer madde kaçakçılığı vakalarına karıştığına dair bir belirti bulunamadı fakat Kitle İmha Silahlarındaki mevcut hırsızlık vakalarının sayısı, terör örgütlerine yönelik devam eden potansiyel tehdidin göstergesi olmaya devam etmiştir.

Soğuk Savaş yıllarından sonra, dünya kamuoyu nükleer tehdit korkusunu yenmeye başladığı dönemde, terör örgütleri gibi devlet dışı şiddet içeren aktörlerin nükleer silahlara sahip olma girişimleri yeni bir tehlikenin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Lowther ve Snow, 2007).

Yakın tarih bize devlet dışı aktörlerin, Kitle İmha Silahlarının (KİS) kaçakçılığı pazarında hem talep hem de arz tarafında faaliyet yürüttüğünü gösterdi. Günümüzün terörist gruplarının ezici tercihi mevcut KİS'leri satın almak olsa da bazılarının kendi cihazlarını üretme çabası içerisinde olduğunu göstermiştir.

Kimyasal ve biyolojik ajanları silahlandırmak için bir KİS altyapısını başarıyla kurmuş tek bir uluslararası terörist grup vardır. Japon terörist grubu Aum Ahinrikyo 1990'larda ulus ötesi bir kitle imha silahı üretim altyapısı kurmak için milyonlar harcarken, grup silaha dönüştürülebilir kimyasal maddeler üretmede yalnızca kısmen başarılı oldu. Kimyasal, biyolojik ve özellikle nükleer silahların üretilmesindeki doğal zorluklar, şiddet içeren devlet dışı aktörlerin, yayılma piyasası altyapısının talep tarafında daha önemli bir rol oynadığını gösterdi. Örneğin El Kaide'nin Orta Asya'da defalarca nükleer savaş başlığı satın almaya teşebbüs ettiği iddiaları vardı (Lewis, 2009). Orta Asya'daki kaçakçılık ağları, dünya çapındaki müşteri talebini karşılamak için yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyumun yasadışı kanallardan taşınmasının mümkün olduğunu gösterdi. Bu işaretler, şiddet içeren devlet dışı aktörlerin ortaya çıkan çoğalma piyasa altyapısını şekillendirmede oynadığı birçok rolü göstermektedir (Russel, 2006).

6.2 Eylül Sonrası Nükleer Tehdit Değerlendirmesi

ABD, 11 Eylül 2001'den önce hiçbir zaman kendi topraklarında saldırıya uğramadı. Dünyanın en güçlü devletine yapılan saldırılarla ilgili medya kuruluşları haberleri verirken birçok kişi uluslararası bir terör örgütünün varlığından dahi haberdar değildi. Bu saldırılar özellikle ülkenin en güvenli olduğu düşünülen Dünya Ticaret Merkezi ve Pentagon'a yönelikti. Farklı ırklara mensup binlerce profesyonel insandan oluşan ve birçok ülkeye yayılmış küçük hücrelere sahip yapısı ile El Kaide adında bir terör örgütü saldırıyı üstlendi. ABD'nin bu saldırılara karşılık vermek maksadıyla Afganistan'da askeri operasyonlara başladı. Yapılan araştırmalar sonunda El Kaide'nin KİS geliştirmeye yönelik araçlar elde etme çabaları ortaya çıktı (Albright, 2002).

11 Eylül 2001 terör saldırıları, uluslararası terörizm tehdidini dünya kamuoyu için belirginleştirdi ve güvenlik gündeminin en üst sırasına yerleştirdi. Devlet dışı aktörlerin, devletlerin siyasetini güç kullanarak ve zayıf noktalarını hedef alarak etkilemeye çalıştıkları yöntem olan terör, geleneksel anlamda daha sınırlı bir coğrafi alan, hedef ve ölüme neden olma kapasitesine sahipti. Ancak 11 Eylül 2001 saldırıları, dünyada yeni ve sınırları aşan terör tehdidi ile karşı karşıya kalındığını gösterdi. Bu yeni terörizmin siyasî amacı, kendi mağduriyetine ya da öz kimliğini yaşayamamasına neden olduğunu düşündüğü batı değerleri üzerine kurulmuş uluslararası siyasî ve iktisadî sistemi değiştirmektir (Udum, 2018). Bunu gerçekleştirmek için ekonomik ve siyasi sistemin işleyişini engelleyecek, çok sayıda insanın ölümüne yol açacak eylemler yaparak halkta korku, kaygı ve paniğe yol açacak eylemler planlamaktı. Bu nedenle terör tehdidine verilen karşılıklar da değişmek durumunda kaldı. Bunun, en belirgin şekli de, ABD'nin 2002 Ulusal Güvenlik Stratejisinde görüldü. ABD'nin Ulusal Güvenlik Stratejisi belgesi ile KİS'i elde etmeye çalışan ve bunlarla eylem yapabilecek terör örgütlerinin, bu silahlara erişmesinin engellenmesi ve eylem gerçekleşmeden önce önlenmesi yöntemi benimsendi.

11 Eylül saldırıları yukarıda bahsedilen ABD'nin önleme stratejisinin temelinde, geleneksel tehdit değerlendirmesinin denklemindeki önemli bir değişikliğe sebep oldu. Tehdit kavramı, genel tanımına göre, zarar verme niyeti ve bu zararı verdirecek yeteneklerin bir sonucu olarak tanımlanmıştı (Davis, 2000). Genel olarak tehdit kavramı, her iki unsurun beraber var olmasıyla oluşurdu ancak, 11 Eylül sonrasında, sadece zarar verme niyetinin var olması, tehdidin gerçek ve yakın olarak algılanması için yeterli oldu. Bu niyet, aynı zamanda zarara uğratabilecek mühimmat ve silah olarak kullanılacak sivil araçların erişilme olasılığını da barındırmaktaydı. Niyetin kısa sürede değiştirilmesi

kolay ya da mümkün olmayacağından, yeteneklere erişimin kısıtlanması ve önlenmesi yoluyla terör saldırılarının önüne geçme yoluna gidildi. Bu stratejinin seçilmesindeki bir diğer önemli etken ise, devletlerarası caydırıcılık yolunun terör örgütlerine karşı kapalı olmasıydı. Caydırıcılığın geçerli olabilmesi için çatışan çıkarların yanında, tarafların ortak bir çıkarının bulunması ya da karşılıklı bağımlılıkları olması gereklidir (Schelling, 1980). Yeni terörizm ve batı değerleri üzerine inşa edilmiş uluslararası sistem olarak, çatışan taraflara bakıldığında, her ikisi de diğerini ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda şiddeti azaltmaya sevk edecek ortak bir çıkarları yoktur. Terör eylemcilerinin hedef aldıkları insanlarla aralarındaki en önemli fark, hayatta kalma isteklerinin olmamasıdır. 2010'lu yılların ortalarında ortaya çıkan Irak Şam İslam Devleti (İŞİD), aşırı şiddet içeren hatta vahşet olarak nitelendirilebilecek eylemleri, bunu ispatlar nitelikteydi. İŞİD, Suriye ve Irak'taki uzun yıllardır devam eden otorite boşluğundan faydalanarak, düzensiz ve başıboş kalan ordulardan çok miktarda askeri silah ve malzeme ele geçirdi. Irak ve Suriye'nin kontrolsüz bölgelerinde hızla hareket ederek büyük bir alanı kontrol altına aldı. Hali hazırda İŞİD söz konusu iki ülkenin bir kısmını kontrol etmektedir. Himayesi altına aldığı bölgelerde şeriat düzeni ilan etmiştir. Eylem ve söylemleri dikkate alındığında bu terör örgütün KİS'i ele geçirmesi durumunda kullanma olasılığı hafife alınmayacak bir gerçektir (Bozan, 2018).

El Kaide, Boko Haram ve İŞİD gibi örgütlerin eylem ve söylemlerine bakıldığında, yeni terörizmin amacı, batı temelli uluslararası sistemin tamamen reddinden yola çıkarak, tüm unsurlarıyla çıkarları doğrultusunda bir sistem kurmaktır. Bunun için, sistemde bulunan insanları ve milletleri korku yoluyla sindirmeyi, devletlerin koruma ve vatandaşlarının güvenliğini sağlama konusunda yetersiz olduklarını göstermeyi ve terörist grupların öngördükleri sistemi egemen kılmayı amaçlamaktadır. Bu amaç, insanları travma oluşturacak kadar büyük bir korku yaratmak, çok sayıda insanın hayatına mâl olacak veya sürekli ölüm korkusu yaratarak, endişe ve kaygı duygularını canlı tutacak bir terör eylemi ile sağlanabilir. Konvansiyonel patlayıcıların yıkıcı ve yok edici etkileri aşikârdır ancak kimyasal, biyolojik, radyasyon ve nükleer maddelerin ayrıca kalıcı etkileri de bulunmaktadır. Radyolojik ve nükleer maddeler, terör eylemlerinde kullanılırsa toplumlara sosyal, siyasî, ekonomik ve psikolojik olarak ağır zarar verecektir. Bu sayede devlet sisteminin örgüt karşısında çaresizliğini ve yetersizliğini gösterebilecektir. Kimyasal ve biyolojik maddeler de insan sağlığına zarar verip kitlesel ölümlere yol açabilir. Oluşturulan güvenlilik sistemi, teröristlerin siyasî amaçları için

gereken hız, zarar verme kapasitesi, sansasyonel görüntülere yol açma ve eylemi gerçekleştiren aktörün tespiti hususlarında yetersiz kalabilir.

Uluslararası terör örgütleri ile mücadele, geleneksel savaşın parametreleri doğrultusunda yapılanmıştır. Ona karşı dezavantajlı durumda olan devlet aktörleri mücadele etmekte zorlamaktadır. Asimetrik savaş tanımı mutlaka bir devlet dışı aktörü içermek durumunda olmamasına rağmen, 21. Yüzyıldaki çatışmaların devletler ve devlet dışı aktörler arasında olması böyle bir tanımı artık elverişli kılmaktadır (Udum, 2018).

6.3 Türkiye’de Nükleer Madde Kaçakçılığı

Kaçakçılık davalarından elde edilen belgeler, tespit edilen suçlu profillerinde geniş bir yelpazede büyük farklılıklar olduğunu göstermiştir. Bir yanda bir anda zengin olmayı düşleyen ancak konu ile ilgili hiçbir bilgiye sahip olmayan kişiler, diğer yanda iyi organize olmuş kaçakçılık şebekeleri vardır. Bir dizi nedene bağlı olarak Avrupa üzerinden kaçakçılık teşebbüslerinin birçoğu amaçlarına ulaşmada başarısız olmuştur. Bunun en önemli sebebi Avrupa polis teşkilatlarının Sovyetlerin dağılması ile nükleer maddelerin oluşabilecek potansiyel akışıyla mücadeleye hazırlıklı olmasıdır (Zaitseva, 2002).

Avrupa'dan nükleer madde kaçakçılığı girişimlerinin azalmasının bir nedeni de, nükleer maddelerin alıcıların Avrupa'da bulunmamasıdır. Buna ek olarak, Avrupa sınır geçişlerinde yüksek teknolojiye radyasyon detektörlerinin kullanılması, caydırıcılıkta büyük etkisi olmuştur. Tüm bunların sonucunda kaçakçılık şebekeleri faaliyetlerini Avrupa'dan Asya'ya özellikle Kafkaslar ve Orta Doğu bölgelerine doğru kaydırmak zorunda kalmıştır (Kaderli, 2016).

Soğuk savaş sonunda Kafkaslar ve Orta Doğu'da yer alan ülkelerde iç ve dış çatışmalar ortaya çıkmıştı. Gürcistan'ın Osetya ve Abhazya bölgelerindeki gruplar arasındaki anlaşmazlık, Ermenistan'ın Azerbaycan toprağı Dağlık Karabağ'ı işgal etmesi, Irak'ın 1990'da Kuveyt'in işgal etmesi, Körfez Savaşı gibi olaylar patlak vermiştir. Bu durum istikrarsızlıktan yararlanan kaçakçılık şebekelerinin işine yaramış ve rahat hareket edebilecekleri bir alan oluşturmuştur. Bu bölgedeki ülkelerin sınır kontrolleri genel anlamda çok iyi olmadığı da göz önünde tutulduğunda kaçakçıların tespit edilme riski çok düşük olmuştur.

Yukarıda sayılan etkenlerden kaynaklı olarak, kaçakçılık şebekeleri teşebbüslerinin odak noktasını Balkanlara, Kafkaslara ve Orta Doğu'nun kuzey katmanındaki ülkelere doğru kaydırdı. Tüm bunlar bu bölgenin merkezindeki Türkiye'nin geçiş güzergâhı olarak tercih edilmesinin sebebi oldu.

Türkiye'de silah olarak kullanılabilir büyük nükleer malzeme stokları bulunmamaktadır. Türkiye, UAEA'nın bilgisi dâhilinde İstanbul Çekmece'de, Türkiye Nükleer Enerji Enstitüsü'nde bulunan ve % 20 zenginleştirilmiş uranyumla çalışan tek bir araştırma reaktörüne sahiptir. Bu tesisten bugüne kadar herhangi bir hırsızlık vakasının bildirilmemiştir. Genel olarak Türkiye, nükleer madde kaçakçıları için yaygın olarak bir geçiş ülkesi olarak görülmektedir. Türkiye'nin Avrupa ve Asya ile eski Sovyetler Birliği ve Orta Doğu'yu birbirine bağlayan coğrafi konumu, sadece uyuşturucu ve insan kaçakçıları için değil, nükleer kaçakçıları için de en uygun rotalardan biridir (Zaitseva, 2002).

Nükleer ve diğer radyoaktif madde kaçakçılığı, 1991'de SSCB'nin dağılmasından sonra ciddi bir uluslararası endişe haline gelmiştir. Yeni kurulan devletlerinde ekonomik ve sosyal koşulların bozuk olması, nükleer hırsızlık ve kaçakçılık vakaları için uygun ortam yaratmıştır. Bu kaçakçılık ve hırsızlık vakalarının çoğu önemsiz görünse de, birçoğu rastgele ve fırsatçı olaylar değildir. Yolsuzluğun kolaylaştırdığı köklü kaçakçılık ağları ve bazı hırsızlık olayları, önemli miktarda çeşitli kaçak malları hareket ettirme kapasitesine sahip profesyoneller tarafından yönetildiği anlaşılmaya sebep olmuştur. Daha önceki vakalarda tacirlerinin çoğu, esas olarak mali çıkarları hedef alan fırsatçılardı. Karakteristik olarak, KİS kaçakçılığına karışan suç grupları, organize suç grupları değillerdi. Esas olarak geçici olarak yaptıkları tek anlaşma ortaklıklarını temsil ediyordu. Sonuç olarak, bu gruplar genellikle organize suçlular veya teröristlerden ziyade çıkar peşinde koşan fırsatçılardan oluşuyordu. Benzer şekilde, KİS ticaretinin failleri de Türkiye'de fırsatçı bireyleri harekete geçirdi. Türkiye'de tutuklanan KİS tacirleri, klasik fırsatçı sayılabilecek suç gruplarının bir üyesiydi. Örneğin, Gürcistan'da 2002'den sonra kaydedilen bir davada bir Türk vatandaşı KİS kaçakçısı tutuklandı.

Geçmişteki vakalar, Türkiye'nin nükleer kaçakçılığın önemli bir aktarma yolu olduğunu gösterdi. Radyolojik materyallerin ele geçirildiği Gürcistan vakaları da Türkiye'nin transit konumuna işaret etti. Bir Gürcü KİS kaçakçısı, Rusya'da elde edilen 1 kg uranyumu Gürcistan'dan Türkiye'ye kaçırmaya çalışırken 2006 yılında tutuklandı (Kupatadze, 2010).

Ayrıca 1993 ve 1999 yılları arasında Türkiye'nin yer aldığı nükleer kaçakçılık olaylarının raporlarında ülkemizin bir geçiş ülkesi olarak önemli rolü olduğu doğrulanmıştır. Bu davalar ele geçirilen hem de yasaklanan nükleer maddeleri içermiştir.

Öte yandan, Türkiye KİS vakaları yaşanmaya başlayınca, suçlular tarafından dolandırıcılık için yeni bir pazar oluştu. KOM raporları incelendiğinde kolluk kuvvetlerinin osmiyum ve kırmızı cıva gibi nükleer ve radyolojik maddelerin ele geçirildiği çok sayıda vaka kaydedilmiş fakat basına yansıyan olaylarla ilgili adli süreç ve neticesi hakkındaki bilgilere yer verilmemiştir.

6.4. Nükleer Madde Kaçakçılığı Olaylarına Örnekler

1. Ankara'da 'Sezyum 137' (11 Nisan 2012 – Mynet Haber Sitesi – DHA)



Şekil 6.1 Ankara'da Yakalanan Sezyum 137 Maddesi

Ankara İl J.K.lığı ekiplerince Gürcistan üzerinden Türkiye'ye yasa dışı yollardan soktukları radyoaktif maddenin satılmaya çalışıldığı bilgisi alınması üzerine yapılan operasyon düzenlendiği bilgi bildirilmiştir. Almanya plakalı lüks bir aracın gizli bölmelerine saklanmış iki cam tüp içerisinde yaklaşık 500 gram Sezyum 137 olduğu değerlendirilen sentetik madde tespit edilmiştir.

Olaya karışan 3 şahsın gözaltına alındığı olayda ele geçirilen maddenin incelenmek üzere ilgili kurumlara teslim edildiği bilgisi verilmiştir.

2. Kaçak Uranyumda Türk parmağı çıktı (11 Aralık 2012 – Amerikan Haber Ajansı)

Batum'dan Ankara'ya uzanan nükleer karaborsaya dikkat çekilmiştir. Gürcistan'ın Kutaisi kentinde 2 Türk şahsı izlemeye alan Gürcü polisi bir otelde nükleer madde alışverişini kayda aldığı, yapılan operasyonlar sonucu çetenin çökertildiği bildirilmiştir. Her ülke güvenlik güçlerinin yapmış olduğu ortak operasyonlar sonucunda kaçakçılık şebekesinin tamamen ortadan kaldırıldığı belirtilmiştir.

3. Sınırdaki "Kimyasal Madde" Kaçakçılığı (19 Haziran 2015 - AA Artvin)



Şekil 6.2 Sarp Sınır Kapısı'nda Yakalanan Sezyum 137 Maddesi

Sarp Gümrük Muhafaza ekiplerinin Türkiye'ye yasa olarak girmeye çalışan iki kadının hareketlerinden şüphelenmesi üzerine çantalarında yapılan aramada cam tüplerde yaklaşık 50 gram kırmızı cıva ve nükleer sanayide kullanıldığı belirtilen 1 kilo 236 gram sezyum ele geçirilmiştir. Şüpheli 2 kadının yanı sıra Türkiye'den bağlantılı oldukları bir kişi tutuklanmıştır.

Habere ele geçen maddelerin Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yetkililerine teslim edildiği bildirilmiştir.

4. Nükleer Madde 'Kırmızı Cıva' Ağrı Yolunda Yakalandı

(28 Kasım 2016 – Dünya Bülteni)



Şekil 6.3 Ağrı'da Yakalanan Kırmızı Cıva Maddesi

Ağrı İl J.K.lığı ekiplerinin 3 şahsın Erzurum ilinden Ağrı iline 3 şahsın nükleer madde getireceği bilgisi alınması üzerine yapılan operasyon sonucu metal tüp içerisinde 5 gram kırmızı cıva ele geçirilmiştir. Yetkililerce yapılan açıklamada bu tür maddelerin Gürcistan üzerinden kaçak yollarla ülkemize sokulduğu bilgi alınmıştır. Kaçakçılığa karışan üç şahıs gözaltına alınmış ve bulunan madde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yetkililerine teslim edilmiştir.

5. İstanbul'da Nükleer Operasyon! 5 Gram Yakalandı

(08 Kasım 2017- umraniyegundemi.com - Kerim ÖZTÜRK'ün haberi)



Şekil 6.4 İstanbul'da Yakalanan Uranyum Maddesi

İstanbul Emniyet Müdürlüğü Organize Suçlarla Mücadele Şube Müdürlüğü ekipleri yurtdışından gelen turist görünümlü bir kişinin “uranyum” satmaya çalıştığı bilgisi alınması üzerine operasyon düzenlendiğini ve şahsın üzerinde yapılan aramada 5 gram uranyum maddesi yakalandığı bildirilmiştir.

Haberde ayrıca ele geçirilen maddenin Halkalı'daki Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ne gönderildiği bilgisi verilmiştir.

6. Ankara'da Nükleer Madde Operasyonu (19 Mart 2018 - NTV Haber Sitesi)



Şekil 6.5 Ankara'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Ankara ilinin Pursaklar İlçesinde takibe alınan bir araçta nükleer reaktörlerde kullanılan 1,4 kg kaliforniyum maddesi ele geçtiği bildirilmiştir. Operasyon sonucu gözaltına alınan 4 kişinin bu maddeyi 72 milyon dolara yurt dışına satmaya çalıştığı, maddenin kaçak yollarla Rusya'dan getirildiği belirlenmiştir.

Konu ile ilgili Atom Enerjisi Kurumu ve AFAD ekiplerin çalışma yaptığı ve ele geçirilen maddenin uranyumdan sonra en büyük atom numaralı element olduğu, nükleer rektörlerde ateşleyici ve nötron kaynağı olarak kullanılmasına dikkat çekilmiştir.

7. Sivas'ta, Nükleer Silahlarda Kullanılan Bir Madde Ele Geçirildi

(08 Mart 2019 - *webtekno.com* haber sitesi - Emre Ömer ZEHİR'in haberi)



Şekil 6.6 Sivas'ta Yakalanan Kırmızı Cıva Maddesi

Sivas İl Emniyet Müdürlüğü Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele ekipleri tarafından takibe alınan bir araçta yapılan aramada 10,5 gram kırmızı cıva maddesi tespit edildiği bildirilmiştir.

8. Gürcistan'da 2,7 Milyon \$ Uranyumu Satmaya Çalışan İki Kişi Yakalandı

(13 Mart 2019 – *Euronews* haber sitesi – Enis GÜNAYDIN'ın haberi)



Şekil 6.7 Gürcistan'da Yakalanan Uranyum Maddesi

Gürcistan'ın Kobuleti kentinde güvenlik güçleri tarafından iki kişinin nükleer madde satmaya çalıştığı bilgisi alınması üzerine yapılan operasyon sonucu 40,19 gram ağırlığında radyoaktif uranyum-238 izotopu olduğu belirlenen madde ele geçirilmiştir.

Şahısların bir çeteye üye oldukları haberde açıklanırken, uranyumu nereden temin ettikleri ve kime satacakları konusunda bilgisi yer almamıştır.

Haberde ayrıca Uranyum-238 izotopunu, uranyum-235 izotopunun gibi doğrudan nükleer silah yapımında kullanılmadığı, ancak nükleer silahlarda kullanılmak üzere bu maddeden plutonyum-239 üretilebildiği bilgisine yer verilmiştir.

9. Diyarbakır'da Nükleer Silah Başlığında Kullanılan Madde Ele Geçirildi

(13 Mart 2019 - Sputnik Türkiye Haber Sitesi)



Şekil 6.8 Diyarbakır'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Diyarbakır İl J.K.İği Kaçakçılık ve Organize Suçlarla Mücadele Şube Müdürlüğü ekiplerinin Kayapınar ilçesinde üç şahsın 1000'e yakın tarihi eser parçası ile birlikte nükleer maddeyi satmaya çalıştığı bilgisi alınmıştır. Şahıslara yönelik düzenlenen operasyon sonucunda tarihi eser parçalarının yanı sıra 7 gram Kaliforniyum olduğu değerlendirilen maddenin ele geçirildiği bildirilmiştir.

10. Adana'da Nükleer Madde Operasyonu

(12 Nisan 2019 - İhlas Haber Ajansı Haber Sitesi)



Şekil 6.9 Adana'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Adana İl Emniyet Müdürlüğü ekiplerince Suriye uyruklu bir kişinin internet üzerinden kaliforniyum olduğu değerlendirilen nükleer maddeyi satmak istediği bilgisi

alınmıştır. Şahsın kaldığı iş yerinde yapılan arama sonucu kan tüpünün içine konulmuş kaliforniyum maddesi ele geçirildiği bildirilmiştir.

AFAD yetkililerin maddenin ele geçirildiği bölgede radyasyon ölçümü yaptıkları ve maddenin Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü görevlilerine teslim edildiği ve şahsın gözaltına alındığı bilgisi haberde yer almıştır.

11. Bolu'da Nükleer Madde Ele Geçirildi

(09 Temmuz 2019 - Sputnik Haber Sitesi – Elif SUDAGEZER'in Haberi)



Şekil 6-10 Bolu'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Emniyet birimlerince düzenlenen operasyonda kaliforniyum olduğu değerlendirilen radyoaktif maddenin ele geçirildiği bildirilmiştir. Ayrıntı verilmeyen haberde ele geçirilen maddenin Türkiye'de üretilmediği ve mutlaka nükleer teknolojiye sahip bir ülkeden Türkiye'ye kaçak yollardan girmiş olduğu bildirilmiştir.

12. Selenyum 74 Adlı Nükleer Madde ile Yakalandılar

(07 Aralık 2019 – Posta Gazetesi)



Şekil 6.11 Osmaniye'de Yakalanan Selenyum Maddesi

Osmaniye’de İl Jandarma Komutanlığı ekipleri tarafından takibe alınan 2 şahsa yönelik yapılan operasyon sonucu 475 g ağırlığında Selenyum 74 adlı nükleer madde ele geçirildiği bildirilmiştir.

Haberde ayrıca Elementel Analiz Laboratuvarında X-ışını Floresans Spektrometresi ile yapılan analiz neticesinde, saf selenyum olduğu belirlenmiştir.

13. Burdur'da 3 Kilo 255 Gram Kaliforniyum Ele Geçirildi

(27 Şubat 2020 – Sabah Gazetesi – Haber)



Şekil 6.12 Burdur’da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Burdur İl Emniyet Müdürlüğü ekiplerince bir şahsın evinde nükleer araştırmalarda füzyon kaynağı olarak kullanılan kaliforniyum maddesini pazarlamaya çalıştığı bilgisi alınması üzerine şahsın evine operasyon düzenlenmiştir. Şahsın evinde yapılan aramalar sonucu tarihi nitelikli eserlerin yanı sıra 3 kilo 255 gram katı kaliforniyum maddesi ele geçirilmiştir. Doğal yollardan elde edilemeyen maddenin Türkiye Atom Enerjisi Kurumu’na teslim edildiği bildirilmiştir.

14. Eskişehir'de 133 Gram Kaliforniyum Ele Geçirildi

(10 Kasım 2020 - Haberler - Anadolu Ajansı – DHA)



Şekil 6.13 Eskişehir’de Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Eskişehir İl J.K.lığı ekiplerince elinde kaliforniyum olduğu değerlendirilen radyoaktif maddenin satılmaya çalışıldığı bilgisi alınması üzerine Sivrihisar ilçesinde gerçekleştirilen operasyonla yakalanmıştır. Şahsın aracında yapılan aramada metal bir kutu içerisinde 113,13 gram kaliforniyum maddesi tespit edilmiştir. Ele geçen malzeme Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na teslim edilmiştir.

15. Erzincan'da Sezyum-137 Elementi Satmaya Çalışan 3 Kişi Yakalandı

(27 Ağustos 2021 - Birgün Gazetesi Haber Sitesi - DHA)



Şekil 6.14 Erzincan'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Erzincan İl J.K.lığı ekiplerinin yurtdışından yasa dışı yollarla getirdikleri kimyasal maddeyi satmak isteyen kişilerin olduğu bilgisi alınması üzerine operasyon düzenlendiği, şahısların aracında yapılan aramada cam tüpün içerisinde 20 gram Sezyum 137 olduğu değerlendirilen madde tespit edildiği bildirilmiştir.

Konu ile ilgili 3 kişinin gözaltına alındığı ve ele geçen maddenin AFAD tarafından radyasyon ölçümü yapıldıktan sonra analizlerin yapılması için Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu'na gönderildiği bilgisi paylaşılmıştır.

16. Tekirdağ'da Tarihi Tevrat İle 2 Kg Kaliforniyum Maddesi Ele Geçirildi

(30 Kasım 2021 – Mesut KARADUMAN'ın haberi)



Şekil 6.15 Tekirdağ'da Yakalanan Kaliforniyum Maddesi

Tekirdağ İl J. K.lığı ekipleri bazı kişilerin tarihi eser niteliği taşıyan Tevrat ile nükleer madde olduğu değerlendirilen radyoaktif elementi satmaya çalıştığı bilgisi alınması üzerine operasyon düzenlenmiştir. Yapılan aramalar sonucu tarihi eser niteliğinde belgeler ile birlikte cam kavanoz içerisinde 2 kg kaliforniyum maddesi ele geçirilmiştir.

Operasyon sonucu 4 şahsın gözüaltına alındığı ve ele geçen malzemelerin yetkili kurumlara teslim edildiği bilgi verilmiştir.

17. Bursa'da radyoaktif madde operasyonu

(15 Nisan 2022 - İhlas Haber Ajansı Haber Sitesi – Ali KAMUR'un Haberi)



Şekil 6.16 Bursa'da Yakalanan Sezyum Maddesi

Bursa İl J.K.lığına bağlı İstihbarat Şube Müdürlüğünün ekipleri tarafından yurtdışından ülkeye sokulan nükleer maddeyi kişiler takibe alındığı, bunun üzerine maddeyi ele geçirmek amacıyla operasyon düzenlendiği bildirilmiştir. Kovalamaca sonucu durdurulan araçta yapılan detaylı arama sonucunda aracın gizli bölmelerine zulalanmış bir tüp içerisinde 256 gram ağırlığında radyoaktif “Sezyum 137” maddesi tespit edildiği ve operasyon sonucunda 4 kişinin gözüaltına alındığı bilgisi verilmiştir.

Ülkemizin jeopolitik konumu değerlendirildiğinde kaçakçılık yoları üzerinde olduğu görülmektedir. Basit bir araştırma ile bu tür haberlere internet üzerinden çok rahat bir şekilde ulaşılabilir. Yalnız haber kaynaklarında bu tür haberler kısa olarak verilmekte adli soruşturmaların sonucu ile ilgili bilgiler yer almamaktadır. Günümüzde Yargıtay dairelerinin elinde nükleer madde kaçakçılığı ile ilgili temyiz dosyası bulunmaması bu tür kaçakçılığın daha çok dolandırıcılık maksatlı yapıldığına yönelik kanaat uyandırmaktadır.

7. NÜKLEER TERÖRİZM KAVRAMI

Nükleer silahların yaygınlaşması ve bu tür silahların bazı devletlerin elinde bulundurulması uluslararası toplumu önemli tehlikelerle karşı karşıya kalmasına sebep olmuştur. Bu tehlikenin adı nükleer terörizmdir. Terör örgütleri, nükleer terörizmi amaçlarına ulaşmak için güçlü bir araç olarak görmektedir. Dünyada otuzdan fazla ülkede 450'si sanayi ve 100'den fazlası bilimsel amaçlı olmak üzere çalışan reaktör bulunmaktadır. Ayrıca bundan başka başta ABD ve Rusya olmak üzere nükleer silaha sahip ülkelerin elinde 100.000'in üzerinde KİS bulunduğu değerlendirilmektedir (Kıratlı ve Kanapiyanova, 2022). Bu silahların depolanmasında oluşabilecek emniyetsiz durumun terör örgütlerinin eline geçmesine sebep olabilecektir. Ayrıca bu güvenlik alanları içerisinde yer alan yüz binlerce insan arasında terörü destekleyebilecek kişilerin bulunması durumun ciddiyetini daha da arttırmaktadır. Terör saldırılarının en tehlikelisi, kısa ve uzun vadede en çok tehlike arz eden nükleer terörizmdir (Demirci, 2012). Bu durum birçok farklı türde ortaya çıkabilir. Nükleer silahların çalınma sonucu elde edilmesi bunlardan en tehlikelisi olarak kabul edilmektedir. Aynı şekilde KİS'lerin yapımı için kullanılacak nükleer atıklar ve diğer materyallerin yasa dışı yollardan elde edilmesi benzer bir tehdit oluşturmaktadır. Ekonomik ve bilimsel amaçlı bir nükleer tesislere yönelik yapılabilecek saldırı ya da sabotajlar büyük alanlara radyasyon yayılmasına sebep olacak ve insan hayatı için ölümcül derecede birçok felakete yol açabilecektir.

İnsan nüfusunun büyük bir çoğunluğu nükleer terörizmin meydana getirebileceği sonuçlar hakkında çok az bilgiye sahiptir. Bu yüzden de tehlikenin boyutu ve sonuçları hakkında bilgilendirmelerin yapılması ve hassasiyetin artırılması gerekmektedir. Nükleer tesislerin bulunduğu bölgelere yönelik saldırılar, tesislere sızma teşebbüsleri, nükleer uzmanlara yönelik kaçırma olayları, nükleer atıkların ve KİS'lerin yapımı için kullanılacak materyallerin çalınması olayları son yıllarda arttığı bildirilmektedir.

Nükleer terörizm bugüne kadar ekonomik, sosyal, dini ve askeri yönlerden yeteri kadar araştırılmamıştır. Nükleer terörizmi ortadan kaldıracak etkili sistemlerin geliştirilmesi mutlak bir zorunluluktur. Bunu engelleyebilmek için çok yönlü girişimlerde bulunulması gerekir. Bu sorun ancak bütün devletlerin ve uluslararası örgütlerin bir araya gelmesi ve uygulanması zorunlu olan uluslararası yasaların belirlenmesi ile olabilir (ElBaradei ve Støre, 2006).

Soğuk savaş önemi içerisinde terörizmin genel tanımı “bir kişinin öldürülmesi ile milyonları korkutmak için yapılan eylem” şeklinde yapılmakta iken 11Eylül 2001’de ABD’ye yapılan terör saldırılardan sonra kurallar değişmiştir. Eylemlerin genel karakteri toplu ölümlere sebep olacak şekilde amaçlanmaktadır. Bununla beraber terör örgütlerinin eylemlerde KİS’lerin kullanma tehditleri nükleer terörizmde ortaya çıkmasına neden olmuştur (Demirci, 2012).

Nükleer terörizm, terör örgütlerine birçok önemli avantajlar sağlamaktadır. En önemli avantajı nükleer silah ile gerçekleştirilebilecek bir terör eyleminden sonra çok sayıda insanın zarar görmesi ve dünya basınının ilgisini geniş çapta çekecek olmasıdır. Bir terör örgütün nükleer silah kullanma ne ölçüde gerçek olduğunu anlamak çok zordur. Terör örgütü ufakta olsa bu tür bir silahın elinde bulundurma ihtimali tehdit altındaki ülkenin terör şantajlarına maruz kalmasına sebep olacaktır.

Nükleer terörizmin bir tehdit olarak çıkmasının nedenleri iki şekilde açıklanabilir. Birincisi, SSCB’nin yıkılmasının ardından bu tür silahların üzerindeki kontrol azalması ve ikinci olarak ta bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile insanların internet üzerinden KİS’lerin yapımına ilişkin verilere kolay ulaşabilmesidir. İlk olarak 1995 yılında Japon terör örgütü Aum Shinriki tarafından Tokyo Metrosu’nda sârin gazının kullanılması, terör örgütlerin bu tür KİS’e ulaşmasının ve eylemlerde kullanmasının ilk örneği olmuştur (Kiremitçi, 2014).

Nükleer enerji santrallerinin gelişmesi, KİS’e erişimi ciddi derecede kolaylaştırmıştır. Örneğin 1000 MW bir reaktör bir yıllık çalışma süresinin ardından 6-10 atom bombası yapabilecek plütonyum üretebilmektedir. Yine de bunun olasılığı büyük paralar ve teknoloji gerektirdiğinden düşük seviyededir. Aslında en büyük tehlike terör örgütlerin sabotaj, karaborsa ya da çalınması ile elde etme durumudur. Nükleer silah üretiminde kullanılan maddelerin terör örgütlerinin eline geçmesi aynı derecede tehlike içermektedir. Radyoaktif maddelerin teröristlerce kullanılmasının örnekleri gelişen tehdittin ciddiyetini doğrulamaktadır. Özellikle tıpta ve kontrol amaçlı ölçü aparatlarında kullanılan radyoaktif maddelerin kontrollerinin yeterli seviyede yapılmaması, terör örgütlerince bu tür maddeleri ele geçirmesini kolaylaştırmaktadır.

Nükleer silah kullanılarak yapılan eylemlerden biride 23 Kasım 1995’te Moskova’da gerçekleşmiştir. İzmaylavskiy Parkına Sezyum 137 izotopunun dinamitle güçlendirerek bir eylem planlanmıştır (Demirci, 2012). Eylemin son anda yerel bir radyo kanalına yapılan bir ihbarla önüne geçilmiştir. Bu da teröristlerin nükleer silaha ulaşabildikleri ve bunları eylem amaçlı kullanabileceklerinin bir göstergesi olarak kabul

edilmiştir. Sovyetlerin dağılması, uluslararası nükleer güvenlik açısından korkunç bir tehlike yaratmıştır. Dağınık bir şekilde depolanan nükleer silahlar bağımsızlığını kazanan dört devletin eline geçmiştir. Bu silahların Sovyetlerin ana mirasçısı Rusya'ya tekrar iade edilebilmesi için Kazakistan, Beyaz Rusya ve Ukrayna ile ciddi bir diplomasi gayreti gösterilmiştir (Denk, 2011). Bu çabanın sonunda Rusya Güvenlik Bakanlığı tarafından 2000 nükleer bombanın Rusya'ya geri iade edildiği bildirilmiştir. Yine de buna rağmen bütün nükleer silahların teslim edildiğine yönelik bir garanti verilmemektedir. 1991 yılında ABD Güvenlik Bakanlığı tarafından verilen bir demeçte Rusya'nın nükleer silahlarına % 99 garanti vermesi durumunda dahi 250 kadar nükleer silahın kontrol dışı kalabileceği değerlendirilmiştir (Diyarbakıroğlu, 2017).

Terör örgütlerinin eylemlerinde KİS kullanma tehdidi bugünde ciddiyetini korumaktadır. Yayınlanan istihbarat raporlarında ABD'nin kara listesinde bulunan 33 uluslararası terör örgütünün nükleer silah için gerekli maddelere ilgi duyduğu ve elde etme çabası içerisinde olduğu belirtilmektedir (Doğanalp, 2016).

El Kaide terör örgütün lideri Usame Bin Laden, 1998 yılında KİS'lere yönelik çabaların dini bir görev olduğunu belirtmiştir. El Kaide'nin Afganistan'da bulunan eğitim kamplarında teröristlere internet üzerinden yayınlanan bilimsel kaynaklardan radyolojik ve nükleer maddeler ile ilgili eğitim verildiği tespit edilmiştir. Ayrıca El Kaide'nin o zaman içerisinde tehlikeli kimyasal madde ve toksinler elde etme çabasına girdiği ve Afganistan'daki sığınaklarında Bin Laden'in nükleer silah üretmek için tahmin edilenden çok daha ciddi çalışmalar yaptığı da belirlenmiştir fakat bu örgüt üyelerinin fiili olarak nükleer silah materyallerini elde edip etmediği bilgisine ulaşılamamıştır. Rus istihbarat servisinde 1998 yılında El Kaide terör örgütüne Pakistanlı bir organize suç örgütü tarafından bilinmeyen miktarda uranyum satmaya çalışırken yakalandığını bildirmiştir (Köstem, 2010).

1997 yılında Kevin O'Neill tarafından teröristlerin nükleer madde içeren veya radyasyon yayan bir silah üretip üretemeyecekleri konu detaylı olarak araştırılmış ve bu konuda bir raporda yayınlamıştır. Rapora göre terör örgütü üyelerinin nükleer bir silah üretimi için gereken tüm maddeleri elde edebilmesi çok zor bir durumdur fakat bu olanaklara nükleer kaynakları çalma yöntemiyle ya da bir çalışandan satın alma yöntemiyle ulaşılma ihtimali çok daha yüksektir (O'Neill, 1997). Yine de herhangi bir devletin sponsorluğunda iyi organize edilen bir terörist grup nükleer silah üretebilmek için gerekli uzmanlığa ve teçhizata zaman içerisinde sahip olma ihtimali her zaman vardır.

Herhangi bir devletin fiili desteği olmadan iyi organize ve finanse edilen terörist grupların kaynaklardan nükleer silah üretebilmek için gerekli uzmanlığa ve tesisata sahip olabilmeleri mümkündür. Teröristlerin bu tür silahları eylemlerinde kullanıp kullanmayacakları yönünde sorulan sorulara cevap vermek zordur. Daha önceki zamanlarda bazı kişiler tarafından nükleer terörizm için ortaya çıkmasının imkânsız olduğunu yönündeki söylemleri yerini daha şüpheli bir yaklaşıma bırakmıştır.

Günümüzdeki terör örgütleri siyasi amaçtan ziyade dini motiflerle hareket ettiği görülmektedir. Bunların amacı olabildiğince fazla insan öldürmektir. Bu yüzden bu silahların ellerine geçmesi durumunda eylemlerde kullanabileceklerinden şüphe duyulmamaktadır. CIA tarafından yapılan çalışmada terör örgütlerinin eylemlerinde nükleer silah kullanma konusundaki tedirginliğin daha çok destekleyici kitleyi kaybetme korkusu olabileceği sonucuna varılmıştır (Allison, 2008).

7.1 Nükleer Terörizmin Değerlendirilmesi

Nükleer silahlar çok büyük çapta yıkıcı etkiye sahip savaş araçlarıdır. Yok edici özellikleri, uzun süre insan sağlığına etkileri ve toplumda büyük bir infial uyandırması ile terör örgütlerinin ulaşmaya çalıştığı en gözde araçlardan biridir. Terörist eylemlerde nükleer silah ya da radyoaktif madde kullanma tehdidi daha çok nükleer silahların ve nükleer atıkların çalınmaları ile ilgili olduğu değerlendirilmektedir. Büyük felakete yol açabilecek bu silahlara ulaşılabilme ihtimali her zaman göz önünde bulundurulmalı ve risk durumu her zaman analiz edilmelidir. Bu tür eylemin bir kez dahi meydana gelmesi durumunda çok büyük felaketlere sebep olacağı unutulmamalıdır.

7.1.1 Nükleer Maddelerin Çalınması

Nükleer hırsızlıkla ilgili olaylar ait ilk örnekler 1994 yılında Çek Cumhuriyeti'nin nükleer güç istasyonundan 3 kg zenginleştirilmiş uranyum çalınmasıyla gerçekleşmiştir. Daha sonra 1997 yılında Litvanya'dan yine 50 kg'lık zenginleştirilmiş uranyum çalınması ile devam eder. Litvanya'dan çalınan nükleer madde bir süre sonra ormanlık bir alanda ele geçirilmiştir.

1987 yılında Brezilya'nın Goyaniya şehrinde Sezyum 137 yüklü bir konteynerin çalınması sonrasında zedelenmiş ve olay sonucu 4 kişi ölmüş, 120 kişi zehirlenmiş ve 200'e yakın kişi evlerini terk etmek zorunda kalmıştır. Oluşan çevre kirliliğinin temizlenmesi 6 aydan fazla sürmüştür. Temizlenme süresince 600 yakın uzmanın görev aldığı çalışmalar sonucunda 3500 m³ radyoaktif atık çıkarılmıştır.

2003 yılının Haziran ayında Amerika ve Taylan istihbarat servislerinin ortaklaşa yapmış olduğu çalışma neticesinde yüksek miktarda radyoaktif Sezyum 137 içeren 4 adet konteyner tespit edilmiştir. Yapılan soruşturma sonucu dünya liderlerinin katılacağı Asya ekonomik toplantısında terörist eylem için kullanılacağı tespit edilmiştir (Demirci, 2012).

Nükleer silahların, en büyük ve diğerlerine göre ele geçirme olasılığı en yüksek, kaynakları Rusya'nın sınırları içerisinde. Bu silahların birçoğu yeteri kadar korunmamaktadır. Bunun sebepleri incelendiğinde Rusya'daki nükleer tesislerin güvenliği için ayrılan paranın yeterli miktarda olmaması ve bu tesislerde çalışan personelin düşük miktarda maaş almalarıdır (Ekşi, 2016). Bu durum çalınmalar çalınma riskini yükseltmektedir. Bu zafiyetlerin ayrılıkçı terör örgütlerince istismar edilme olasılığı vardır.

7.1.2 Nükleer Silahların Çalınması

Dünyada hali hazırda 30.000 civarında nükleer silah bulunduğu tahmin edilmektedir. ABD ve Rusya hala en fazla nükleer silaha sahip ülkelerdir. Özellikle Rusya'da nükleer silahların yarısı çalınma riskine karşı gerektiği şekilde korunmamaktadır. Bu da El Kaide, Aum Shinriki gibi terör örgütlerine bazı fırsatlar yaratmaktadır. Özellikle 1990'lı yıllarda bu iki örgüt, eski Sovyetler Birliği ülkelerinden birkaç kez silah temin etmeye çalışmışlardır. Örgütlerin nükleer silahları erişebilme çabaları bugüne kadar başarısızlıkla sonuçlansa da ileride zamanlarda nükleer silahlara ulaşabilme ihtimali devam edecektir (Savaş, 2016).

Nükleer silahlara sahip çoğu devlet söz konusu maddeleri güvenli bir şekilde korumasına rağmen bazı devletlerde ise yeterince güvenlik tedbiri alınmamaktadır. Bu da tehlikenin boyutunu ciddi oranda arttırmaktadır. Eski Sovyetler Birliğinde ise durum çok daha fazla hassasiyet içeriyordu. Bu tür silahların birde boyutunun küçük olduğu göz önüne alındığında teröristler için en uygun hedef olduğu rahatlıkla söylenebilir.

7.1.3 Nükleer Atıkların Silah Üretiminde Kullanma Amaçlı Çalınması veya Başka Bir Yolla Elde Edilmesi

Terör örgütlerin nükleer atıkların elde edilmesi ile nükleer silaha sahip olabilmesinin diğer bir yoludur. Bu tür silah üretiminde kullanılan nükleer maddeler plütonyum, uranyum ya da izotopları kullanılır. Terör örgütlerinin bu maddeleri üretebilme imkânları yoktur. Örneğin Rusya'da 250 ton HEU ve 50 ton plütonyumun depolandığı tahmin edilmektedir (Demirci, 2012). Hassas nükleer maddelerin bu

tesislerden yasadışı yollarla alınma ihtimali ciddi seviyede risk olarak görülmektedir. Tabii sadece bu maddelerin bulunması yeterli değildir. Nükleer silah yapabilmek için ayrıca eğitilmiş ve üstün yetenekli personele, büyük miktarlarda paralara, gelişmiş tesislere ve ekipmana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kadar çok sayıda ve karmaşık olan unsurların bir araya getirmeye çalışmak teröristlerin faaliyetlerini takip eden istihbarat birimlerince ortaya çıkarma ihtimalini de yükseltmektedir. Buna rağmen terör örgütlerinin nükleer silah üretme ihtimali göz ardı edilebilecek bir ihtimal değildir. Günümüzde bu silahların yapımı ile ilgili yayınlanan bilgiler, teröristlerce en çok yararlanılan kaynakların başında gelir. Taklit nükleer silahların ^{235}U ile basit türden üretilebileceği tahmin edilmektedir. Bu silahında üretilebilmesi için en az % 90 oranında zenginleştirilmiş ^{235}U 'e ihtiyaç vardır ve bu miktarında 50 kg civarında olması gerekir (Mengüllüoğlu, 2022). Kısaca terör örgütlerinin bu maddeleri ancak bir devlet yardımıyla elde edebilirler.

Nükleer silah ve atık madde çalınmasının yanı sıra diğer bir önemli konuda nükleer tesislere yönelik yapılabilecek saldırılar ve kaza sonucu kaybolan nükleer silahlardır. Bugüne kadar yasal olmayan yollar ile ne kadar radyoaktif ve nükleer madde taşındığı ile ilgili resmi bir belge bulunmamaktadır. Bu tür taşınma ile ilgili UAEA 2001 yılına kadar 550 olay kaydetmiştir. Ancak bu sayı ilgili devletlerin yaklaşık 2/3 lük kısmını oluşturan nakilleri doğrulamaktadır (Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003). Bununla beraber tıp ve sanayi alanında kullanılan radyoaktif maddelerin taşınmasında çoğu zaman yeterli güvenlik alınmaması kaybolmaların miktarı artırmıştır.

7.2 Reaktör veya Diğer Nükleer Tesislerine Yönelik Saldırıları

Terör örgütleri nükleer silah üretme çabası içerisine girdiğinden beri nükleer tesislere karşı büyük bir ilgi duymaya başlamışlardır. Bu tesislere karşı yapılacak bir saldırı nükleer saldırıya eşit miktarda etki yapacağı değerlendirilmektedir. Örneğin bu tür bir saldırı Çernobil kazalarına benzer bir felakete sebep olabilir. Hatırlanacağı üzere 1986 yılının Nisan ayında Çernobil reaktöründe bir patlama meydana gelmiştir. Hasar gören reaktörden sızan radyoaktif parçacıklar yakın çevrede yaşayan 31 kişinin ölümüne sebep olmuştur. Ayrıca radyoaktif parçacık yüklü dev bulutlar 2000 km'ye varan bölgelerde dâhi toprak ve su kirlenmesine sebep olmuştur (Kara ve Günay, 2013).

Nükleer santrallerden elde edilen enerjiden sonra reaktörlerde meydana gelen atıklar her geçen zaman artmaktadır. Bugüne kadar atıkların daimi olarak depolanacağı

alan Finlandiya hariç yapılamamıştır. Nükleer elektrik santrallerinde kullanılan yakıt ve işlem sonucunda ortaya çıkan atıkların yeniden işleme alınması sağlanmaktadır fakat buna rağmen bir miktar radyoaktif atık oluşturan maddeler oluşmakta ve zamanla bu atıklar birikmektedir. Atıklar genel itibariyle bir ülke hariç diğer ülkelerde geçici depolama alanlarında bulunmaktadır. Bu durum yeterli güvenlik tedbirleri alınmadığı takdirde teröristler tarafından ele geçirilme ve radyoaktif atıklardan radyolojik silah üretebilme ihtimalini yükselmektedir. Öte yandan nükleer tesisin teröristler tarafından ele geçirilmesi ile sonuçlanacak tek bir eylem dahi halk arasında büyük bir panik yaratması için yeterli olacaktır. Bu da terör örgütleri tarafından yapılan tehditlerin sonucu görülmeden amacına ulaşmalarına imkân sağlar.

11 Eylül 2001 tarihinde terörist unsurların kaçırmış oldukları uçağı Pennsylvania Eyaleti'ndeki nükleer santrallerin üzerine düşürmeyi amaçlamaları daha sonra ilerleyen zamanlarda da benzer eylemlerde bulunabileceklerinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Kıbaroğlu, 2013).

Terör örgütlerinin nükleer silah hedeflerine ulaşabilmek için ilgi duyduğu bir diğer hedef ise bilimsel amaçlı kullanılan reaktörlerdir. Terör örgütlerinin bu tür reaktörlere karşı ilgi duyması iki nedene bağlıdır. Birincisi her bir araştırma reaktöründe 10 kg'dan 50 kg'a kadar HEU bulunmaktadır (Demirci, 2012). Bu madde ABD tarafından Hiroşima'da kullanılan nükleer maddenin aynısıdır. İkincisi, bu tür reaktörler çok az korunmaktadır. Aynı zamanda aralarında teröristlerinde olabileceği geniş bir kitleye ve bilim insanına açıktır. Reaktörlere yapılacak saldırılarda açığa çıkacak radyoaktif izotoplar kirli bomba etkisi yaratarak bulunduğu bölgenin kirlenmesine ve birçok insanın ölümüne sebep olacaktır.

7.3 Kaza Sonucu Kaybolan Nükleer Silahlar

Nükleer terörizmi tetikleyen başka bir neden ise kaza sonucu kaybolan nükleer silahlardır. En fazla nükleer silaha sahip ABD ve Rusya'nın çeşitli nedenlere bağlı olarak nükleer silah kayıpları olduğu bilinmektedir. Örneğin soğuk savaş yıllarında toplamda 40 nükleer başlıklı füzenin bulunduğu 4 Sovyet denizaltısı batmıştır (Demirci, 2012). SSCB tarafından yapılan basın açıklamalarına göre batan bir denizaltı çıkarılmış ve diğer batan üç denizaltıdan ise ancak 3 nükleer başlıklı füze ve iki nükleer torpido çıkarılabilmiş geri kalanı kaza yerinde kaldığı belirtilmiştir. ABD ordusu tarafından nükleer silahlardan bazıları çeşitli sebeplerden ötürü kaybedilmiş ve bu silahlar "kırık oklar" olarak tabir

edilmiştir. Hiçbir zamanda bunların sayısı ile ilgili net bir rakam açıklanmamıştır. ABD'nin kayda geçtiği kayıplardan biri 1965 yılında B43 numaralı askeri uçağın kaza kırım sonucu Japon Denizi'ne batmasıyla gerçekleşmiştir. 1966 yılında ise ABD Hava Kuvvetlerine ait askeri bir uçağın içerisinde 20 tonluk nükleer silah olduğu halde İspanya'nın Palomares kasabasının yakınlarında denize düşmüştür. 80 gün süren yoğun aramalar sonucunda nükleer silah parçalarının büyük bir kısmı ancak bulunabilmiştir (Köse, 2022).

7.4 Terör Örgütlerinin Nükleer Silah Yapabilme İhtimali

Bazı uzmanlar tarafından, terör örgütleri nükleer maddelere ulaşabilseler bile yeterince etkili nükleer silah yapma imkânlarının olmadığını belirtilmektedir. Çünkü silahın yapımı için sadece madde değil bunun yanı sıra bilgi ve endüstriyel alt yapı da gerekmektedir. Raporlarında bu kaynakların nadir sayıda ve farklı ülkelerde üretilmesinden dolayı bunları bir araya getirme zorluğu ile karşı karşıya kalacaklarını değerlendirmişlerdir. Örnek olarak ta Irak'ı gösterilmektedir. Irak'ın o zamanın koşullarında elinde silah yapımı için gerekli nükleer kaynaklar olmasına ve üretebilmek için çok büyük meblağlarda para harcamasına rağmen nükleer silah üretebilmekte başarılı olamadığı bilinmektedir. Amerikan istihbarat servisi CIA'nin vermiş olduğu bilgilere göre, nükleer silah yapabilmek için çabalayan devlet ya da terör örgütlerinin bu maddelerin yasal olmayan yollarla temin edilmesi halinde nükleer madde üretim zamanı azalmasına rağmen her hâlükârda birkaç yıla varan zamana ihtiyaç duyulacağı belirtilmiştir (Beden, 2011).

Farklı uzmanlar tarafından ise, New Mexico'da bulunan Los Alamos Nükleer Program Araştırma Merkezinde, Manhattan Projesinde kullanılan atom bombasının benzerini bir bilim insanı ile iki doktora öğrencisinin yapabildiği bildirilmiştir (İşbilen, 2018). Çalışmada zenginleştirilmiş uranyum yerine en az onun kadar etkili plütonyum kullanıldığını ve bu tür bombaların yapımının sanılanın aksine çok basit olduğu belirtilmiştir. Silahların yapımı sırasında çözülmesi zor şemaların kullanılmasına, silahın çalışmasını kontrol etmek maksadıyla deneme yapılmasına gerek olmadığı ve büyük paralar harcanmasının ise yersiz olduğu düşünülmektedir. Gerekçe olarak ta 6 Ağustos 1945 yılında Hiroşima'ya atılan nükleer bombanın herhangi bir deneme yapılmadan kullanıldığı gösterilmektedir.

Terör örgütlerinin nükleer silah yapıp yapamayacaklarına yönelik soruya Amerikalı bilim insanları “yapabilecekleri” yönünde kanaat bildirmişlerdir. Aynı şekilde ABD Teknolojik Araştırma Ofisi’nin detaylı analizi sonucunda yayınlanan raporda, terör örgütlerinin gizli bilgiler olmadan da basit yöntemler sayesinde nükleer silah yapabileceklerini açıklamışlardır (Kurt, 2023). Açıklamaya göre, teknik araçlara ve denemelere ihtiyaç olmadan, kiralanan bir atölye yeterli olacağı, finanse edilmesi içinde devasa bir bütçeye de ihtiyaç duyulmadığı ve sadece konudan anlayan birkaç uzmanın yeterli olacağı belirtilmiştir.

Amerikalı yetkililerce nükleer tesislerin terörist eylemlere karşı ciddi şekilde korunması gerektiğini belirtmektedir. HEU kullanılarak yapılan nükleer silahlar çabuk reaksiyon göstermektedir. Bu tür bir durum ile ilgili uzmanlar sadece araştırmalarla yetinmeyip küçük bir deneme dahi yapmışlardır. Freeman Dayson’ın öğrencisi tarafından yapılan çalışma başarılı olmuş ve bu deneme daha sonra devlet eliyle gizlenmiştir (Kanbir, 2011). Yapılan diğer deneylerden elde edilen verilere göre nükleer silahlar ve maddeler ile ilgili çok az bilgisi olan kişilerce de yapabilecekleri görülmüştür. Silahın yapımı konusunda çalışma grubunun arasında bir uzmanın bulunması başarı şansını oldukça yükseltecektir.

El Kaide’nin aktif eylem arayışı içerisinde olduğu zamanlarda nükleer silah üretebilmek için uzman kişilere ulaşma gayreti olduğu görülmüştür. Terör örgütün lideri Usame Bin Ladin ve yardımcısı Ayman Al Zavahiri’nin bu bilgilere ulaşmak için Pakistanlı nükleer silah uzmanları ile görüştikleri doğrulanmıştır (Kurt, 2019). Her ne kadar Pakistanlı yetkililer silah yapımı ile ilgili herhangi bir bilgi paylaşımında bulunulmadığını söyleseler de radikal İslamcı olarak bilinen bu kişilerin Pakistan ülkesinin kanunlarını çiğneyerek tüm teknik bilgileri teröristlere aktardıkları istihbarat servislerince de teyit edilmiştir.

Aynı şekilde buna benzer birçok olay tespit edilmiştir. Örneğin 1998 yılında önemli nükleer tesislerin birinde Rus bir bilim insanı tarafından Taliban ve Irak rejimlerine bilgi sattığı tespit edilmiştir (Mahmadov, 2019). Başka bir girişim olarak ta 2000 yılında Rus yetkililer Taliban militanlarınca Rusya’daki nükleer tesislerin birinden Rus bir nükleer uzmanını kaçırmaya çalıştığını açıklaması örnek olarak verilebilir.

11 Eylül sonrasında El Kaide’ye yönelik yapılan operasyonlar ile örgütün faaliyetlerinin zayıflatıldığı, nükleer bomba yapabilmek için uzun süreli bir projeye

gücünün yetmeyeceği değerlendirilmiştir. Örgütün Afganistan'daki sığınakların yok edilmesi El Kaide'nin nükleer programına ciddi oranda zarar vermiştir. Ancak burada iki önemli hususa dikkat çekmek yerinde olacaktır. Birincisi daha önce de belirtildiği gibi nükleer silah yapmak için fazla bir teçhizata gerek duyulmadığı, ikincisinin ise bu tür silahların yapımı için çok uzun zamanın gerekmediğidir.

7.5 Kitle İmha Silahlarının Korunması İçin Alınan Tedbirler

Nükleer başlık taşıyan silahlar taşınabilir olmadıkları ve ayrıca devletler tarafından çalınmalara karşı sıkı güvenlik tedbirleri alınmasından dolayı bunlara ulaşmak oldukça güçtür. Silahların çoğunda özel elektronik kilit sistemi vasıtasıyla emniyete alınmıştır. Zaman içerisinde bu sistem nükleer silahların doğal bir parçası haline gelmiştir. Sistem sayesinde kilidi açmak için deneme sınırlaması eklenerek kötü amaçlı kişilerce ele geçirilmesi durumunda silahın kendisini imha edebilmek yeteneği kazandırılmıştır (Denk, 2011). Teröristlerin bu koruyucu mekanizmaları aşmaları çok zordur. Sovyet menşeli silahlar için kilit açma sınırlama sistemi geçerli değildir. Rusya eski teknoloji ile ürettiği nükleer silahları kullanımdan kaldırarak depolandığını ve tehlike arz edenlerin ise imha edildiği açıklamıştır. Pakistan, Hindistan ve Çin'in ürettiği nükleer silahlarda bu tür emniyet sistemlerin var olduğu konusunda şüphe duyulmaktadır (Kıbaroğlu, 2004). Bu ülkeler tarafından nükleer silahlarını parçalara ayrılmış şekilde ayrı ayrı depolandığı tahmin edilmektedir.

7.6 Radyolojik, Kimyasal ve Biyolojik Silahların Kullanma Tehdidi

11 Eylül 2001 sonrasında terör örgütü üyelerinin amaçları gerçekleştirebilmek için ölümü göze aldıkları görülmüştür. Her ne kadar nükleer silahlar teröristler için de tehlike arz etse de ölmeye hazır olan kişiler için bunun bir önemi olmadığı aşikârdır. Tüm bunlar göstermektedir ki dünya her an teröristler tarafından yaratılacak bir facia ile karşı karşıya kalabilir. Olası bir eylemi önlemek için teröristlerin ulaşabilecekleri ve saldırılarda bulunabilecekleri kimyasal silahların olası kullanım riskleri incelenmelidir.

7.6.1 Radyoaktif Silahlar

Geçmiş zamanlarda radyolojik silahlar terör örgütleri için öncelikli hedefler arasında değillerdi. Bu silahların insan ve çevresel etkilerini yanı sıra uzun vadeli etkilerinin bulunması terör örgütlerinin dikkatini çekmiştir. Terör örgütlerince nükleer silahları elde etmedeki zorluk göz önüne alındığında bu tür maddeleri, bir alan içinde

kirlilik oluşturmak için kullanabilecekleri olası bir seçenek gibi görülmektedir. Her ne kadar radyoaktif maddeleri taşımak ve kullanmak teröristler içinde güvenlik riski barındırsa da ölümü göze alan kişiler için bu durumun pek hesaba alınmayacağı değerlendirilebilir.

Radyolojik maddeler, kirli bombalarda olduğu gibi gıda ve su kaynaklarını kirletmek içinde kullanılabilir. Yalnız bunun için büyük miktarda radyoaktif maddelere ihtiyaç duyulacağından dolayı gerçekleşme ihtimali diğer eylemlerin yanında düşük olasılık olarak değerlendirilmektedir (Savaş, 2016). Aynı zamanda suda çözünme özellikleri olmadığından dolayı su şebekelerini kirletmek amaçlı kullanılması da ihtimaller dışında olduğu değerlendirilebilir.

Radyolojik silahlardan özellikle Sezyum (^{137}Cs), İridyum (^{192}Ir) ve Kobalt (^{60}Co) gibi maddelerin, insanlar üzerinde öldürücü ve yaralayıcı etkileri olabilir (Aslı ve Dönmez, 2018). Bu maddeler kitlesel ölümlere sebep olmasa da temas eden kişilere zarar vermenin yanı sıra önemli tesisleri uzun bir süre kullanılamaz hale getirmek için kullanılabilir. Aynı zamanda böyle bir saldırı çok büyük ekonomik zararlara yol açacaktır.

7.6.2 Kirli Bomba

Kirli bombanın elde edilebilmesi için en düşük kalitedeki nükleer maddeler dahi yeterli olabilir. Tıpta röntgen için kullanılan sezyum gibi bu kategoriye giren maddeler hem sivil hem de askeri amaçla kullanılabilir (Karaçalıoğlu, 2017). Bu tür maddeler sivil amaçla kullanılanları askeri amaçlı kullanılan maddelere göre daha az güvenliği sağlanmaktadır. Özellikle sivil amaçlı kullanılan radyoaktif maddeler teröristlerce çok daha rahat ulaşılabilmekte ve silah olarak kullanılabilir. Çünkü bu maddeler patlayıcı madde olmasının yanında radyolojik kaynak olarak ta kullanılabilmesi önemli bir ayrıntıdır.

7.6.3 Kimyasal Silahlar

BM'nin 1969 yılında yayınlamış olduğu raporda kimyasal maddeler, "insanlar, hayvanlar ve bitkiler üzerindeki toksin etkileri nedeni ile kullanılabilir katı, sıvı veya gaz halde bulunan kimyasal maddeler" olarak tanımlanmıştır (Sarıbeyoğlu, 2004). Bu silahların yapımında kullanılan kimyasal maddeler kolay elde edilebilmesi, kimyasal silahlarla yapılacak bir saldırı olasılığını yükseltecektir. Ayrıca terör örgütlerinin bir

kimyasal saldırı girişimi için karışık araçlar yapma zorunluluğu da yoktur. Uygun hava koşullarında yapılacak bir saldırının ardından oluşacak toksin bulutu siviller üzerinde korku ve paniğe neden olacaktır.

Kimyasal silahlarla saldırı iki ihtimalle gerçekleşebilir. Birincisi kitlesel ölümlere sebep olmak amaçlıdır ve daha çok insanların yoğun olarak bulunduğu yerler hedef olarak seçilir. Aum Shinriki terör örgütü, Japonya'daki eylemlerinde genellikle toplu taşıma araçları, stadyumlar, pazar yerleri ve çok sayıda insanların bulunabileceği yerleri seçmiştir. İkincisi, insanlar arasında panik ve korkutmak amaçlı kullanılmasıdır (Sözer ve Elmas, 2009). Bu tür saldırılar toplu insan hedeflerinden ziyade ekonomik değer taşıyan belirli bir hedefe veya ürüne yöneliktir.

Kimyasal silah yapmak için kullanılan maddeler dört farklı sınıfa ayrılabilir.

1. Kanın oksijen özelliğine zarar veren hidrojen siyanid (HCN) veya siyanid klorür (NCCl₃),
2. Akciğeri etkileyen fosgen (COCl₂),
3. Vücudun deri ile temas ettiği yerlerde vezikül oluşturan hardal gazı (C₄H₈Cl₂S),
4. Sinir sistemini etkileyerek vücudun işlev görme yeteneğini ortadan kaldıran Tabun (C₅H₁₁N₂O₂P), Sarin (C₄H₁₀FO₂P), Soman (C₇H₁₆FO₂P) dur.

Bu silahların hepsi de insan için öldürücü etkiye sahiptir ancak terör örgütleri kendi taraftarlarının tepkisini almamak için bu silahları kullanmayı tercih etmemektedir. Klorin veya fosgen gibi zarar verici endüstriyel kimyasallar kolay elde edilebildiği gibi silahın yapılabilmesi içinde üst düzey uzmanlığa da ihtiyaç duymamaktadır. Ancak bu silahların kitlesel ölümlere yol açabilmesi için büyük miktara ihtiyaç duyulmaktadır. Hardal gazı gibi deri üzerinde kabartılara sebep olan maddelerinde üretimi kolaydır. Kitlesel ölümlerden çok yaralanmalara neden olması daha yüksek ihtimaldir. İnsanın sinir sistemini etkileyen sârin gazı uçucu bir kimyasal maddedir. Japon terör örgütü Aum Shinriki sârin gazına yönelten ana sebep bu maddenin özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Sârin gazının sentez edilmesi emsal gazlara göre daha kolay olsa da üretebilmek için ciddi uzmanlık gereklidir (Demirci, 2012). Özellikle üretim sırasında kişisel güvenlik için teknik anlamda uzmanlık ve koruyucu ekipman gereklidir. Bu kimyasalı etkili bir biçimde kullanmak için gereken aracı bulmak gazı üretmekten çok daha zordur. Sârin gazının

yüksek uçuculuk özelliği kimyasal silah olarak kullanmayı kolaylaştırmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi bu gazı yayabilmek için sofistike araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca kullanılacak olan bölgede hava sıcaklığı, meteorolojik faktörler, rüzgârın hızı ve yönü saldırının etkinliğini belirlemektedir (Demir ve ark., 2006).

Kimyasal maddelerin meteorolojik şartlardan kolay etkilenebilmesi yüzünden, kapalı alanlarda kullanılması etkisini daha fazla arttırmaktadır. Açık alanlardaki hedef bölgede istenilen etkiyi göstermesi için özellikle sârin gazının rüzgârdan çabuk dağılmaya eğilimli olmasından dolayı çok büyük miktarlarda kullanılmasına ihtiyaç vardır. 1 ton sârin gazı kullanılarak yapılan saldırının zararı, konvansiyonel silahlarla ya da patlayıcılarla yapılan eylemin zararlarından çok daha fazla olabilir (Erkekoğlu, 2018).

Aum Shinriki'nin kimyasal silahlar kullanmadaki deneyimi bu durumu somutlaştırmaktadır. Örgüt gazı silah olarak kullanmak için gerekli bilgiye, araç ve gerece sahipti. Bu deneyimi ve uzmanlığı ancak 30 milyon dolar harcayarak elde edebilmiştir (Demirci, 2012). Matsumoto ve Tokyo metrolarındaki saldırılarda, ön gördükleri sayının çok aşağısında, yalnızca 12 kişinin, ölüme sebep olmuşlar fakat eylemlerinin ardından yüzlerce yaralı ve travma geçiren insan bırakmışlardır. Kenya ve Tanzanya'da, ABD Büyükelçiliklerine yönelik yapılan saldırılarda 301 kişinin ölümüne 5000'e yakın kişinin ise yaralanmasına rağmen örgüt, kullanılan kimyasal gaz miktarına göre az sayıda insana zarar verildiğini değerlendirerek, eylemi başarısız olarak nitelendirmiştir (Arslan, 2018). Bu sebeple kitle imhasını hedef alan terör örgütleri bu tür kimyasal silahlardan ziyade konvansiyonel silahları tercih etmesi daha olası bir seçenek olarak görülmektedir. Bununla beraber kimyasal silahlar konvansiyonel silahlara göre daha az ölüme sebep olsa da toplum üzerinde yaratacağı psikolojik kriz çok daha fazla olacaktır. Böyle bir durum da insanların güvenlik algılarının kaybolmasına yol açacaktır.

7.6.4 Kitle İmha Silahlarının Teröristler Tarafından Kullanım Tehdidi

Terör örgütlerince KİS'i kullanılarak yapılabilecek eylemlerin tehdit boyutundaki değişkenler devamlı olarak değerlendirilmelidir. Yapılacak olan bir değerlendirme için en büyük zorluk, bu tür saldırı örneklerinin sadece Aum Shinkiri terör örgütünün eylemleri ile sınırlı olmasıdır. Terörist motivasyonu açısından değerlendirildiğinde KİS'e başvurabilecek ve kitle imhayı amaçlayan en olası gruplar kökten dinci terör örgütleridir (Ekşi, 2016). Materyal ve teknolojik sınırlamalar göz önüne alındığında günümüz koşullarında terör örgütlerinin kısıtlı miktarda KİS üretebileceği tahmin edilmektedir. En

olası saldırı biçiminin küçük ölçekli olabileceği ön görülebilir. Yakın gelecekte ise meydana gelebilecek saldırıların daha ziyade besin kaynaklarının kirletilmesi gibi vasıfsız saldırılar olacağı değerlendirilmektedir (Güler ve ark., 1994).

Uzmanlar tarafından terör örgütlerince KİS kullanılarak yapılacak bir eylemin meydana getirdiği zayıflar yanında halkta büyük panik ve korku yaratacağı düşünülmektedir. Çünkü KİS saldırıları, hiçbir uyarı olmadan, birden ortaya çıkması, insanlar tarafından pek bilinmeyen ve halkta paniğe neden olan bir eylem türüdür (Aktar ve Kibaroglu, 2006). Bu tip bir saldırı sonrasında, en hazırlıklı olan toplumlarda dahi meydana gelecek panik ortamı acele verilmesini gerektiren tepkileri felce uğratacaktır. Bu sonuç bile terör örgütlerinin amacına hizmet edecektir. Bu nedenden dolayı terör örgütlerince KİS üretmek ya da kullanmanın ötesinde halkta yaşatacağı travma bile terör örgütlerince bu tür silahların kullanma ihtimalini arttırmaktadır.

7.6.5 Konvansiyonel Kitle İmha Silahı Tehdidi Analizi

7.6.5.1 Tehdidin Gerçekliği ve Ciddiyeti

Uluslararası arenada meydana gelen değişimler terör örgütlerin yapıları ve eylem tarzlarındaki değişimi de beraberinde getirmiştir. Amacı ve şiddeti çok daha farklı teröristler ortaya çıkarmıştır. Özellikle son yıllarda dini motivasyonlu terörist grupların saldırılarında artışlar yaşanmaya başlamıştır (Kaya, 2017). Saldırıları daha ölümcül hale gelmiş, can kayıplarının sayılarında önemli oranda artış meydana gelmiştir. Kitle İmha Silahlarının bu yönde kullanılabilmesi, bu tür silahları terör örgütlerin hedefi haline getirmiştir.

Brian Jenkins'e göre, terör örgütleri kendilerini siyasal ve sosyal düzenin dışına koyduklarında ve Tanrı'nın vekilliğine sahip olduklarına içtenlikle inanarak dini bir radikalizme yöneldiklerinde KİS'in kullanılmasını engelleyen ahlaki sınırlamaları da terk etmektedir (Jenkins, 2006).

Eğer terör örgütlerinin siyasi bir hedefleri olması durumunda olanakları olsa dahi nükleer silah kullanmaktan kaçınırlar. Bu tür terör örgütlerinin sistemine karşı çıktığı ülkenin iktidarını devirerek yerine geçmeyi amaçladıkları için bu tür silahlar kullanarak bölgenin kirlenmesi istenilmez. Amacı ülke yönetimini değiştirmek olan terör örgütleri faciaya yol açmaktan ziyade gayretleri halkın desteğini kazanmaktır. Fakat bu durum El Kaide gibi dünya genelinde sadece kendi istediği düzeni kurmak isteyen terör örgütleri

için geçerli hitap eden bir durum değildir. Bu örgütün asıl amacı küresel çapta bir savaştır. Geniş çapta çatışma yaratmak içinde nükleer silahlar gibi KİS'in etkinliğine ihtiyaçları vardır. Taraftarlarının desteğini sağlamak maksadıyla her türlü yolu denemekten çekinmeyen bu tür terör örgütleri toplu sivil insanların ölümlerine yol açan eylemlerini etkili bir araç olarak görmektedir (Bar, 2008).

El Kaide teröristleri, Afganistan'da Rus Ordularına karşı yapmış oldukları başarılı savunma sayesinde SSCB'nin parçalanmasına kendilerinin sebep olduğuna inanmaktadır. Bunun yanı sıra ABD'nin de gözüktüğü kadar güçlü bir devlet olmadığını, 11 Eylül saldırıları sonrasında ciddi bir ekonomik buhran yaşadıklarını, ilerleyen süreç içerisinde Sovyetlere benzeyeceğini iddia etmektedirler. ABD'nin Afganistan'da gerçekleştirdiği operasyonların sonucunda birçok sivil ve çocuğun katledildiğini, bunun intikamını alacaklarını, örgüt liderinin ABD'ye zarar verici her türlü eylemin dini bir görev olduğu yönünde ikna edici konuşmalar yaptığı tespit edilmiştir. Örgütün en büyük amacının ABD'nin bir kentinde nükleer bomba patlatarak şehri yeryüzünden silmek olduğunu her fırsatta dile getirilmiştir (Kuloğlu, 2011).

7.6.5.2 Kitle İmha Silahı Tehdidi İçin Gereken Motivasyon Analizi

Eylemlerinde kullanabilecekleri KİS'leri elde etmek için de çaba sarf eden terör örgütlerinin diğer terör örgütlerine nazaran bazı farklı özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Terör örgütünün ideolojisi, hedefleri, amaçları, mali kaynakları, yüksek teknolojiyi kullanabilecek elemanlara sahip olma, insan ve lider kadrosunun yapısı gibi faktörler KİS'i kullanabilme olasılıklarını belirlemektedir (Savaş, 2016). Bir KİS ile yapılacak eylem sonucunda ortaya çıkacak zararın boyutlarını önceden tahmin etmek imkânsızdır. Terör örgütlerinin son yıllarda neo-milliyetçi ve kökten dinci düşünceleri benimsemeleri, insani ahlak değerlerini bertaraf eden ideolojik düşüncelere sahip olmaları ve genel amaçlarındaki sapmalar KİS'lerin kullanımı yönünde eğilimi de beraberinde getirmiştir (Demirci, 2012). Farklı bir yönden ifade etmeye çalışırsak internet üzerinden her türlü bilgiye ulaşılabilmesi ve teknolojik gelişmeler KİS'lerin kullanılması için tek başına yeterli sebep değildir. Terör örgütlerinin bu silahlara yönelik eğilimleri ve motivasyon kaynakları planladıkları eylem türüne göre farklılık gösterebilmektedir. Eylemlerinde çok sayıda insanın ölümüne neden olmak ortak hedefler arasında sayılabilir. Terör örgütlerin KİS'lere ulaşmak için bu kadar gayret etmesinin sebeplerden bir tanesi de amatör bir eylemcinin bile bu tür profesyonel bir terörist kadar etkili saldırı yapabilmesine olanak sağlamasıdır. Son yıllarda terör örgütlerinin eylemleri neticesinde

sivil ölümlerinin oranındaki artma ve saldırı planlamalarında daha profesyonel fakat ahlaki değerlere daha az bağlı olduklarının da bir göstergesidir.

7.6.5.3. Kitle İmha Silahların Devletler Tarafından Sağlanması

Terör örgütlerinin KİS'leri elde etme konusunda olasılığı ile ilgili incelenmesi gereken bir diğer faktör ise devletlerdir. Özellikle ABD ve Avrupa ülkelerinin politikaları ile açıktan çatışan devletlerin, bu tür silahlar elde etmeleri için terör örgütlerine destek sağlama ihtimali diğer ülkelere göre çok daha fazladır (Güngörmüş, 2011). Dünyada bazı terör örgütlerin bazı devletler tarafından açıktan desteklendiği görülmektedir. Bu devletlerin nükleer terörizm konusundaki tavrı detaylı incelenmesi gereken ayrı bir konudur. Terör örgütü tarafından KİS programlarına sahip bir devlet tarafından desteklenmesi elde etme yolunda birçok engelin rahatlıkla aşılması anlamına gelecektir. Terörizmi aktif olarak destekleyen devletlerin gizli KİS programları oldukları da bilinmektedir (Yaşar, 2006). Bu devletlerin kendi bölgesel etkinliklerini genişletmek ve uluslararası arenadaki büyük devletlere karşı koyma çabası olarak KİS'leri genişletme gayretleri endişe edici boyutta olduğu değerlendirilmektedir. Uluslararası normlara uymaktan kaçınan özellikle Sudan, Kuzey Kore ve İran'ın terör örgütlerine yapmış olduğu yardımlar dünya kamuoyunca dikkatle takip edilmektedir (Gürel, 2015). Bahse konu devletlerden birinin dahi terör örgütleri tarafından KİS kullanımını jeopolitik çerçevede değerlendirdiği takdirde, eylemlerin desteklenme olasılığını katlayacaktır. Bu ihtimal ne kadar ciddi gözükse de uzmanlar, devletlerin terör örgütlerine nükleer bir silah vermesinin olası bir durum olarak görmemektedir. Bunun nedenleri değerlendirildiğinde, birincisi saldırı sonrası hedef devlet ya da uluslararası toplum tarafından benzer bir eylem ile karşılık verme ihtimali, ikincisi terör örgütü üzerinde kontrolü kaybetme riskinin yarattığı korku ve son olarak bu silahların başka bir yere verilme ya da satma ihtimalinin olmasıdır (Demirci, 2012). Ayrıca eylemi gerçekleştiren terör örgütüne KİS'lerin böyle bir devlet tarafından sağlandığı anlaşıldığında uluslararası seviyede ekonomik ambargodan askeri müdahaleye kadar birçok yaptırım söz konusu olacaktır. Bütün bu nedenlerden ziyade terör örgütlerinin ahlaki bir yapısı göz önüne bulundurulduğunda bu tür silahların kendisine karşı kullanılabilme ihtimalini hiçbir zaman göz ardı edemez.

Kuzey Kore'nin 2005 yılının şubat ayında nükleer silahlara sahip olduğu yönünde açıklamalar yapması dünya kamuoyunda tedirginlik yaratmıştır. Özellikle bu devletin diğer devletlere füze satışı yaptığı düşünüldüğünde tedirginliğin haklı sebebi daha net anlaşılacaktır.

Nükleer terörizmi destekleyen devletlerin doğrudan silahı vermesinden ziyade bilimsel ve askeri alanda silahın üretimi için tesisat, kaynak ve bilgi verme olasılığı daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir. Birçok uzman, terör örgütlerinin ancak bir devletin desteği ile nükleer silaha sahip olabileceğini düşünmektedir (Karaağaç, 2020). Konu birazda devletlerin inanç siyaseti ile ilgilidir. Sponsor devlet, aynı ideolojiye sahip terör örgütünü açık ya da kapalı olarak destekliyorsa terör örgütünü hareketlerinden çok ilgili devleti takip etmek daha yerinde olacaktır. Bir başka deyişle terör örgütünün nükleer silah elde etmesinde kaynak sponsor devletten geliyorsa, bu devletin yardımı kesmesi için uluslararası baskı uygulanması gerekecektir.

Harvard Üniversitesinde silah uzmanı olarak görev yapan M.Bann ve E.Wayer'in yapmış oldukları araştırma ve çalışmalar, terör örgütlerinin nükleer silaha ancak bir devlet desteği ile varabileceklerini göstermektedir (Demirci, 2012). Bu tez birçok uzman tarafından da doğrulanmıştır. Terör örgütlerinin nükleer silaha sahip olma olanaklarını engellemek için nükleer maddelerin korunması konusunda uluslararası işbirliğinin mutlaka sağlanması gerekir.

8. TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKASI ve TERÖR TEHDİDİ

Enerji günümüzün en önemli ihtiyaçlarından biridir. Gerek gündelik hayatımızın gerekse iş hayatımızın vazgeçilmez unsuru olmuştur. Modern toplumun zaman içerisinde değişen ihtiyaçları enerjinin önemini daha çok belirgin hale getirmiştir. İnsanoğlunun daha çok tüketme alışkanlığı kazanması beraberinde daha fazla enerji ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Başta sanayi olmak üzere temel ev aletlerine kadar tüm eşyalar enerji ile çalışmaktadır. Özellikle soğuk havalarda ısınmak amacıyla kullanılan başta kömür ve doğalgazın sınırlı kaynaklar içerisinde olması alternatif enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır (Özgener, 2002). Dünyada insan nüfusu hızla artarken, kentleşme ve gelişen sanayi süreci yaşayan Türkiye’nin enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Ekonomik büyümenin ilerleyen süreçte de devam edebilmesi için yeni enerji kaynaklarına ihtiyacı vardır. Enerji ihtiyacının birincil öncelikli olmasına rağmen Türkiye enerji kaynakları bakımından zengin bir ülke değildir. Petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarını başta Rusya olmak üzere Azerbaycan, İran ve Irak gibi komşu ülkelerden ihraç etmektedir. Dünyanın önde gelen ekonomileri arasına katılmayı planlayan Türkiye, kendi enerji kaynaklarına sahip olmak, enerji ithalatının önüne geçmek ve en önemli gider kalemini azaltmak amacıyla yeni enerji politikaları geliştirmeye başlamıştır. Bu politikaların başında da nükleer enerjinin kullanılması gelmektedir. Ülke kamuoyunda farklı tartışmalara yol açan nükleer santraller yeni enerji politikasının merkezini oluşturmaktadır. Uzun uğraşlar sonunda yerlerini ancak karar verebildiği santraller 2023 yılı itibariyle hala yapım aşamasındadır. Öncelikle Mersin daha sonra Sinop ve Kırklareli illerine yapılacak olan nükleer enerji santralleri kaza riskini oluşturduğu tedirginlikten dolayı yöre insanları tarafından tepki ile karşılanmaktadır. Kırklareli iline yapılacak nükleer santralin özellikle İstanbul iline çok yakın olması tepkilerin çıkış sebebi olarak görülmektedir.

Genel olarak nükleer santrallerde meydana gelebilecek kazalar dikkati çekmekte iken Türkiye’nin en ciddi problemi olan terörün nükleer santrallere karşı yapabileceği bir eylem sonrası oluşacak sosyal, ekonomik ve çevresel sonuçlar göz ardı edilmektedir (Akyüz, 2015). Türkiye’de yapım aşamasındaki nükleer santrallerin ileri ki zamanlarda terör örgütlerinin hedefi olacağı hususu üzerinde durulması gereken en önemli güvenlik sorununu oluşturacaktır. Nükleer reaktörlerin terör örgütleri eylemlerine karşı doğru analiz yapmak güvenli bir gelecek için büyük önem arz etmektedir.

8.1 Dünyada Nükleer Enerji

Olası kaza durumlarında ciddi çevresel ve ekonomik sorunlara neden olabilecek nükleer enerji santralleri sanayisi gelişmiş ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulmuştur. Dünyada 31 farklı ülkede toplam 440 nükleer reaktör aktif olarak çalışmaktadır. 2030 yılına kadar farklı ülkelerde 170'e yakın reaktörün daha devreye girmesi planlanmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023). Nükleer enerji santralleri ile ilgili ülkeler farklı tutum ve davranışlar sergilemektedir. Bazı ülkeler yeni nükleer santraller yapımına başlarken başka ülkeler bu tür santralleri kapatma yoluna gitmektedir. Özellikle 11 Mart 2011 tarihinde Japonya'da meydana gelen deprem ve tsunamiden sonra Fukuşima nükleer enerji santralinde meydana gelen kaza nükleer enerjinin dünya kamuoyunda tekrar sorgulanmasına sebep olmuştur. Hatta bazı Avrupa ülkeleri kendi vatandaşların tepkisi yüzünden eski model reaktörleri kapatma kararı almışlardır. Örneğin Almanya'nın 2011 yılında 8 reaktörü kapatması ve sonrasında ülkedeki tüm reaktörleri kapatacağını açıklaması enerji konusunda farklı politikalar izleneceğini göstermektedir. Benzer şekilde İtalya ve İsviçre'de nükleer enerji santrallerini kademeli olarak kapatmayı planlamaktadır (Taner, 2020).

Tablo 8.1 Nükleer Reaktör Miktarı ve Enerji Alanındaki Payı (ETK Bakanlığı, 2021)

ÜLKELER	ELEKTİRİK ÜRETİMİNDEKİ	NÜKLEER REAKTÖR	İNŞAAT HALİNDEKİ
ABD	19%	104	3
Fransa	78%	58	1
Japonya	18%	50	2
Rusya	18%	33	11
Güney Kore	35%	23	4
Kanada	15%	20	YOK
Hindistan	4%	20	7
Çin	2%	16	28
İngiltere	14%	16	YOK
Ukranya	48%	15	2

Dünyada en fazla nükleer reaktöre sahip olan ülke ABD'dir. Bu ülke içerisinde 104 adet aktif olarak çalışan reaktör bulunmaktadır. Bu konuda ABD'nin en büyük rakibi Rusya'da aktif olarak bulunan reaktör sayısı sadece 33 dür.

Tablo 8.1 incelendiğinde sanayileşme olarak gelişmiş ülkelerin artan bir şekilde nükleer enerjiden faydalandığı görülecektir. Bunun sebebini zaman içerisinde fosil yakıtların azalacağı nükleer enerjinin birincil enerji kaynağı olacağı gerçeğinde aramak gerekir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021). Enerji ihtiyacı insan hayatı var olduğu sürece devam edeceği fakat fosil enerji kaynaklarının hızla tükenme riski taşıması, devletlerin nükleer veya alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine sebep olmuştur. Nükleer enerji santrallerinden yüksek miktarda enerji elde edilebilme imkânı ve üretimde çevresel koşullardan etkilenmemesi ilgiyi her zaman üzerinde tutmasına sebep olacaktır. Artan nüfusun ihtiyaçları ve sanayileşmenin getirdiği enerji açığının doldurulabilmesi için en iyi ve en kolay yol nükleer enerji santralleridir. Nükleer enerji teknolojisinin kuruluma hazır bir teknoloji olması ve istenilen yere inşa edilebilir olması özellikle bu teknolojiye sahip olmayan ülkeler için daha çekici bir hal almasına sebep olmuştur (Çelik, 2015). Fosil enerji kaynaklarına göre çevreyi çok az karbondioksit salınımına neden olması önemli artılarından bir tanesidir. Nükleer enerjinin avantajları olduğu kadar dezavantajlarının da bulunduğunu belirtmek gerekir. Nükleer enerji santrallerinin üretmiş olduğu atıklara hala net bir çözüm bulunamamıştır. En yüksek güvenlik şartlarına göre inşa edilmesine rağmen doğal afetlere karşı ciddi derecede risk barındırmaktadır. Ayrıca santralin temel yakıtı olan doğal uranyum doğada çok az bulunmaktadır. Santralin kurulum ücretinin diğer enerji santrallerine göre çok daha yüksek olması, aynı zamanda belli bir kullanım ömrünün bulunması ve söküm maliyetleri önemli dezavantajları arasında sayılabilir (Karataşlı, 2016).

16 Ekim 1973 tarihinde ortaya çıkan petrol krizi 20'nci yüzyılın en büyük enerji krizi olarak görülmektedir. Başta Avrupa ve ABD'yi büyük oranda etkilemiştir. Bu olay ciddi derecede sosyal, ekonomik ve politik problemlere sebep olmuştur. Özellikle yeterli miktarda fosil enerji kaynaklarına sahip olmayan ülkeler enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için farklı enerji kaynakları arayışına girmişlerdir (Kakışım, 2019). Kendi kendine yetebilmeyi amaçlayan bu arayış ilk olarak nükleer enerjiye yönelmeye neden olmuştur. Böylece nükleer enerji, gelişmiş ülkelerin enerjide dışa bağımlılığı minimize eden en önemli araç rolüne bürünmüştür. Açıklanan bu nedenlerden ötürü nükleer enerji 21'inci yüzyılın en önemli enerji kaynaklarından bir tanesi olarak görülmüştür. Dünya

genelinde nükleer enerjinin kaynaklar açısından çok yüksek bir paya sahip olmamasına rağmen reaktörlerin yapımına artarak devam ediliyor olması gelecekte nükleer enerjinin daha önemli bir yere sahip olacağını göstermektedir (Harunoğulları, 2019).

8.2 Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Nükleer Enerji Politikası

Türkiye'de artan enerji ihtiyacının karşılamak için enerji politikası nükleer enerjiyi de içine alacak şekilde çeşitlendirilmiştir. Ülkemizin nükleer teknolojiye sahip olmaması nükleer reaktörlerin inşasını ancak ithalat yolu ile gerçekleştirebilmesine sebep olmuştur. Nükleer enerji santrallerinin inşaatına başlanması ile birlikte çok ciddi tartışmalarda açığa çıkmıştır. Sadece avantajlarına baktığımızda çok cazip gibi gözükken bu teknoloji diğer yönden büyük dezavantajlara sahiptir. Tartışma konularını genellikle, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına sahipken kurulumu yüksek maliyet içermesi, olası bir kaza durumunda çevre ve insanlara vereceği telafisi imkânsız zararlar ve nükleer atık problemi oluşturmaktadır (Eş ve ark., 2016).

Türkiye'nin nükleer enerji gibi alternatif kaynak arayışına girmesinin en önemli sebebi mevcut enerji kaynaklarının sebep olduğu ağır ekonomik maliyetlerdir. Enerji kaynağı tedarikinde ülkemiz %70 gibi bir oranla dışa bağımlıdır. Artan enerji maliyetlerini minimize etmek, dışa bağımlılığı azaltmak ve kalkınmayı sürekli kılmak için yeni bir enerji politikası belirlemek bir zorunluluk olmuştur. Her yıl ortalama ithalatımızın en önemli kalemini enerji maddeleri oluşturmaktadır. Diğer bir değişle enerji maddelerinin ithalatı yılda yaklaşık 55 milyar dolar ile en fazla ekonomik gideri oluşturmaktadır (Dilara ve Karış, 2019).

Ülkemizin enerji profiline baktığımızda elektrik enerjisinin önemli bir bölümü doğalgazdan sağlanmaktadır. Türkiye doğalgaz rezervleri açısından fakir bir ülkedir. Tüketmekte olduğu doğalgazın % 6.5'lik kısmını kendi rezervlerinden geri kalan % 93.5'lik kısmını ise başta Rusya olmak üzere İran ve Irak gibi devletlerden tedarik etmektedir. Elektrik ihtiyacımızın % 28'lik kısmı kendi kaynaklarımız vasıtasıyla geri kalan kısmı ise ithalat yolu ile alınan enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003).

Akkuyu ve Sinop Nükleer Enerji Santrallerinin inşasının tamamlanması ile bu santrallerden elde edilecek elektriğin ülke geneline göre payı yaklaşık olarak % 10 oranında olacaktır. Yüksek maliyetler ile kurulan bu santrallerin elektrik açığını gidereceğini söylemek iyimser bir yaklaşım olacaktır.

Her ne kadar nükleer enerji santralleri konusundaki tartışmalar yeni gibi gözükse de ülkemizin nükleer enerjiyi elde etmesi yönündeki çabalar çok eskiye dayanmaktadır. İlk olarak 1956 yılında Türkiye'nin nükleer enerji politikalarına yön vermek amacıyla Türkiye Atom Enerji Kurumu kurulmuştur. 1970'li yıllardan itibaren çeşitli iktidarlar tarafından nükleer enerji santralleri kurulması için teşebbüslerde bulunulsa da bunlar sonuçsuz kalmıştır. Yaşanan siyasi istikrarsızlık santrallerin kurulmasını engelleyen en önemli etken olmuştur. Bu yönde en ciddi girişim 2004 yılında dönemin Enerji Bakanı Hilmi GÜLER tarafından yapılmıştır. Çalışmalar neticesinde ülkemizin üç farklı bölgesinde nükleer enerji santrallerinin kurulmasına karar verilmiştir. Birincisi Mersin ilinin Akkuyu mevkiinde, ikincisi Sinop ilinin İnceburun Yarımada'sında yapılmasına karar verilmiştir. Üçüncü ve son santralin Kırklareli ilinde bulunan İğneada bölgesine yapımı planlanmıştır (Ergün ve Polat, 2012). Özellikle bu bölgenin İstanbul gibi Türkiye'nin en önemli şehrine yakın olması ve meydana gelebilecek kazalar sonucu riskli alan içerisinde olması tartışmaların odak noktasını oluşturmuştur.

8.3 Türkiye'nin Nükleer Enerji Santralleri ve Terör Tehdidi

1980'li yıllardan itibaren ülkemiz birçok terör örgütleri ile mücadele içine girmiştir. Bu örgütlerin başında kısa adı ile PKK bulunmaktadır. Özellikle Türkiye'nin doğu ve güneydoğu bölgelerinde aktif olan bu örgüt ABD, AB ve NATO üyesi ülkeler tarafından terör örgütü olarak kabul edilmiştir.

Terör örgütü PKK, sadece kolluk kuvvetlerine değil, aynı zamanda ülkenin tüm değerli yatırımların zarar vermiş ve terörle mücadele Türkiye için önemli gider kalemlerinden birini oluşturmuştur. Bu terör örgütünün yanı sıra DHKP-C ve İŞİD gibi diğer terör örgütleri de önemli derecede tehdit oluşturmaktadır. Özellikle İŞİD terör örgütünün 2013 yılında Reyhanlı'da, 2015 yıllarında ise Suruç ve Ankara'da gerçekleştirdiğini eylem sonucu yüzlerce insanın ölümüne sebep olması ülkemiz açısından ne derece büyük bir tehdit olduğunu göstermiştir. Terör örgütlerinin doğrudan halkımızı hedef alarak gerçekleştirdiği terör eylemleri nükleer enerji santrallerine yönelik olası eylem riskini de ortaya çıkarmıştır. Nükleer enerji santrallerine yönelik yapılacak olası bir eylem ülkemize ve vatandaşlarımıza çok ciddi boyutta zarar vereceği göz ardı edilmeyecek bir gerçektir. Kamusal alanda patlatılan bir bomba ya da doğalgaz boru hattına yapılan sabotaj ile nükleer enerji santrallerine gerçekleştirilecek bir saldırının arasında büyük farklılıklar vardır. Olası bir saldırı sonrası santralde meydana gelecek bir patlama kilometrelerce alanı kullanılamaz hale getirdiği gibi yüzlerce insanımızın

ölmesine ve binlercesinin ise başta kanser olmak üzere çeşitli rahatsızlıklara sebep olacaktır (Nükleer Terminolojisi, 2012). Ayrıca radyoaktif parçacıkların oluşturduğu bulutlar sayesinde bu alan çok daha fazla genişleyecek uzun bir süre insan sağlığını da etkileyecektir. Çernobil'de meydana gelen kazanın sonuçlarını iyi irdelemek bu tehlikenin farkına varılması için yerinde olacaktır.



9. NÜKLEER EMNİYET REJİMİ

Bir rejimin unsurları hiyerarşik olarak, prensipler, normlar, kurallar, karar alma mekanizmaları ve kurumlar olarak sıralanmaktadır. Rejime taraf olan aktörler, ilk olarak meselenin içeriği ve tanımı üzerinde bir anlaşmaya varmak durumundadır. Normların oluşması prensipler üzerinde varılan anlaşmaya bağlıdır. Daha sonra kurallar tanımlanır ve karar alma mekanizmaları ile bunları uygulayacak kurumlar oluşturulur (Mueller ve ark., 2007). Nükleer silahların yayılmasının önlenmesi ve nükleer emniyet rejimlerinin her ikisinde de yukarıda bahsedilen sıralamadan farklı olarak, normlar diğer unsurların oluşmasından sonra gelişmiştir. Bunun birincil nedeni, devletlerin uluslararası anlaşmalara taraf olmadan ve ulusal düzlemde uygulamaya geçmeden önce duydukları egemenlik kaygıdır (Denk, 2011). Nükleer emniyet rejimi içinse, temel mesele devletlerin terörizm tanımını kendi çıkarları doğrultusunda yapmalarından kaynaklanmaktadır. Bir tanım üzerinde anlaşmaya varamadıkları için verdikleri tepkilerde birbirleriyle çelişmektedir. Bu durumda da normlar ulusal uygulamalar yoluyla gelişmemektedir.

Nükleer emniyet rejiminin, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşmasından en önemli farkı onu oluşturan prensiplerin tek bir hukukî araçta toplanmamış olmasıdır. Nükleer emniyet rejiminin belkemiğini Fizikî Koruma Sözleşmesi ve 2005 yılında yapılan değişiklik oluşturmaktadır. Bu değişiklik 2005 yılında onaya sunulmasına rağmen ancak 2016 yılında yürürlüğe girmiştir. Rejimin sağlamlaşması için en önemli hedef, tüm devletler tarafından sözleşmenin onaylanması ve evrenselleşmesidir. Bunun için de ulusal nükleer emniyet rejimlerinin kurulması ve uygulanması gerekmektedir (Udum, 2018).

Bir rejimi ayakta tutan en temel unsur tarafların davranışlarına standart getiren, onların çıkarlarını rejimin prensiplerine uygun hale sokan ve belirlenen kurallara uymalarını sağlayan normlardır (Tajfel ve ark., 1979). Bu normların oluşması ve sağlamlaşması içinse iç politika düzeyinde bir nükleer emniyet kültürünün oluşması gerekmektedir. Nükleer emniyet kültürü, kurumların ve bireylerin, nükleer maddelerin kayıp, çalıntı ve diğer hukuksuz erişime karşı korunmasının yanında, nükleer tesislerin ve nükleer maddelerin taşınması esnasında çalınma ve sabotaj gibi girişimlerden korunmasına gerekli önemi vermeleri gerektirmektedir.

Bir anlaşmanın evrenselleşmesi daha fazla devletin bu anlaşmayı benimsemesi ve uygulaması için geçirilmesi gereken bir süreci kapsar. 2005 değişikliğindeki temel mesele, nükleer terörizmin önlenmesi olduğu için nükleer emniyet rejiminin sağlam ve etkin olması, uluslararası düzlemde atılan adımların yanında daha çok devlet düzleminde gerçekleştirilen uygulamalara bağlıdır. Bu hususta ülkeler üç kategoride olabilir: İlk kategorideki ülkeler, hem nükleer silaha hem de sivil nükleer tesislere sahiptir. Bunlar, nükleer ve radyolojik maddelere uzanan tehditlerin farkında olup onlara karşı önlemler geliştirmiştir. İkinci kategorideki ülkeler, askerî veya sivil ya da her iki çeşit nükleer tesisleri sahip olabilir. Ancak henüz bir nükleer emniyet kültürü geliştirmemiş olabilirler. Son olarak da sivil ya da askerî hiçbir nükleer tesisi olmayan ama yakın gelecekte sivil nükleer tesislere sahip olacak ülkeler vardır. Bunlar ise nükleer ve radyolojik maddelerin karşı karşıya olduğu riskler ve tehditlerin hâlâ tam olarak farkında olmayabilir.

Fizikî Koruma Sözleşmesi'nin 2005 değişikliğindeki temel prensiplerin arasında, devletlerin sorumlulukları ve emniyet kültürü kritik önemdedir. Bu durumda, ülkeleri bekleyen soru şudur: Nükleer emniyet normunu ve kültürünü ulusal düzlemde nasıl geliştirmeli ki evrensel bir nükleer emniyet rejimini oluşturacak etkin ulusal nükleer emniyet rejimleri oluşsun?

Emniyet kültürü üç aşamalı olarak gelişebilir: Birincisi, devlet düzeyindeki siyaset, ikincisi bu siyaseti uygulamak için ilgili kurumlardaki düzenlemeler ve son olarak da bu kurumlarda çalışan bireylerin günlük mesailerinde bu siyaseti uygularken takındıkları tavırdır. Emniyet kültüründe halkın ve medyanın farkındalığı esastır. Emniyet kültürüne sahip olmak, ilgili kurumlar ve kişiler için prestij simgesi olarak gösterilmelidir ki böyle bir kültüre sahip olduklarında, profesyonelliğin, becerinin ve sorumluluk sahibi olmanın işareti olarak görülebilsin (Winter, 2007).

Düzenlemeler nükleer bir tesisin nükleer maddelerin kayıp, çalıntı ve yetkisiz erişime uğramasını nasıl engelleyeceğini belirler. Yasalar ise nükleer sektörde gelişen riskler ve teknolojiler ışığında, nükleer maddeleri korumak ve emniyeti sağlamak için genel amacı tanımlar (Coşar, 2017). Hükümetler, sorumlulukları kurumlara ve bireylere kendi sorumluluklarını yerine getirecekleri şekilde dağıtır. Bunun yanında kullanımda ya da taşınmada olan nükleer maddeler hakkındaki kritik bilgiye erişim için yetkilendirme yoluyla bilginin korunmasını sağlar. Nükleer madde ve tesislerin korunması için, kurumlardaki yetkili müdürler ve bireyler de eşit derecede sorumludurlar. Görevlendirilecek kişilerin nükleer emniyet konusuna vakıf, kalifiye ve tehditlere karşı

uyanık olmalıdırlar. Nükleer emniyet kötü niyete karşı nükleer maddenin korunması ile ilgili olduğu için emniyet kültürü de bu tür zarar verici davranışlara karşı geliştirilmelidir. Bu nedenle, nükleer tesislerde caydırıcılık ve gizlilik esastır (Winter, 2007).

Gelişmiş bir nükleer emniyet rejimi çekirdeği bölünebilir maddelerin, radyoaktif kaynakların emniyetinin ve nükleer tesislerin güvenliği ve emniyetinin tanımını içerir. Güvenlik ve emniyet ilişkisi, nükleer silaha sahip olmayan devletlerin çıkarlarını nükleer emniyet rejimine eklemek ve ayrıca rejime katılımlarını sağlamak açısından önemlidir (Chetaine ve Saidi, 2016).

UAEA'nın Nükleer Emniyet Programı'na göre, etkin bir nükleer emniyet rejimi, "uluslararası hukukî enstrümanların uygulanmasını, bilgi güvenliği, fizikî koruma, maddelerin hesap ve denetimi, bu maddelerin kaçakçılığının saptanması ve önlem alınması, ulusal planlar ve önlemleri" içermelidir (IAEA 2013). Aynı zamanda, Entegre Nükleer Emniyet Destek Planı'na göre, bir devletin ulusal nükleer emniyet rejimini güçlendirmek için devletlerin nükleer emniyete dair dört konuda planlama yapmaları gerekmektedir. Bunlar yasal ve düzenleyici çerçeve, tehditleri önleme, tehditleri önceden saptama ve sürdürülebilirliktir.

Nükleer emniyet rejimindeki eksikler, terör saldırısı senaryolarından yola çıkarak görülebilir:

1. Nükleer maddelerin tesisteki kullanımını sırasında alınacak emniyet tedbirleri,
2. Depolama koşullarının elverişli olması ve bunların güvenliğinin sağlanması,
3. Tesisin her türlü aktif ve pasif emniyet tedbirleri,
4. Tesisin her türlü aktif ve pasif emniyet tedbirleri,
5. Maddelerin nakilleri sırasında alınacak emniyet tedbirlerini,
6. Maddenin taşınması için kullanılan vasıtanın başlangıç noktasından varış noktası da dâhil olmak üzere tüm güzergâhın güvenliği,
7. Tesislerde görevli tüm personelin güvenlik soruşturmasının yapılması ve hiçbir suretle bu konudan taviz verilmemesi,
8. Tesisin kendine özgü intranet bağı ve siber saldırılara karşı alınacak emniyet tedbirlerini,

9. Tesise yapılacak her türlü eyleme karşı güvenlik senaryoları ve saldırı sonrası iş ve işlemler planı,

Nükleer emniyet tanımında nükleer maddelerin depolama, taşıma ve kullanımı sırasında hırsızlık sonucu yetkisiz erişime maruz kalması tehdidinden söz edilir (Udum, 2017). Bu nedenle ilk üç madde de belirtilen güvenlik sistemi için birbirlerini tamamlayan ve çeşitli aşamalardan oluşan emniyet tedbirleri düşünülmelidir. Nükleer ve radyolojik maddelerin bulunduğu tesislerin en iyi şekilde korunması gerekir. Bu tesiste bulunan kritik maddelerin sayımının özenle yapılması, iç ve dış koruma personelinin görevlendirilmesi, terör örgütlerin saldırı ve sabotajlarını önleyebilecek silahlara sahip olması gibi önlemler hedef olma olasılığını azaltacaktır.

Maddelerin bir yerden başka bir yere nakilleri sırasındaki güvenliği büyük önem arz etmektedir. Bu vasıtaları hareketlerini idare eden kişilerin nükleer güvenlik konusunda eğitilmiş olması gerekir. Dikkat ve sorumluluk gerektiren taşıma işlemi onlarca birimin koordineli olarak çalışması ile sağlanabilir. Ayrıca tesislerin her kademesinde çalışan tüm çalışanlar hakkında arşiv araştırması ve güvenlik soruşturmaları yapılmalıdır. Haklarında gerekli incelemeler yapılan kişilerin güvenlik açığı oluşturacak zaafplarının bulunmamasına dikkat edilmelidir. Nükleer maddeleri taşıyan araçlar saldırı ve sabotajlara karşı dayanıklı olmalıdır. İntikal güzergâhında bulunan ve araçların yavaşlamasına neden olan kritik noktaların kolluk tarafından çevre emniyeti alınmalıdır. Taşınma sırasında maddeleri taşıyan araçlar organize suç örgütleri tarafından en kolay hedef olarak görülür. Vasıtaya yapılacak bir saldırı sonrası nükleer veya radyolojik maddenin yayacağı radyasyon insan ve çevre sağlığına ve bu bölgenin uzun bir süre kullanılamamasından dolayı ülke güvenliğine ciddi zararlar verecektir. Aynı durum deniz taşıtları ile nakil yaparken de geçerlidir. Eylemlerin önlenmesi için etkin bir istihbarat çalışması da ihtiyaç vardır. Görev alacak kişiler mutlaka belirlenmeli ve güvenlik alanına izinsiz girişlere karşı tedbir alınması hayati önem taşıyan esaslardan bir kaçıdır.

Tesislerde dışa karşı alınacak güvenlik tedbiri kadar iç tarafta alınacak güvenlik tedbirleri de önemlidir. Yetkili kişilerin bilerek ya da bilmeyerek madde ve tesis ile ilgili bilgileri art niyetli kişilerle paylaşması, büyük güvenlik açıklarına sebep olacaktır.

Günümüzde nükleer tesislerde kullanılan makinaların çoğu bilgisayarlar vasıtası ile kontrol edilmektedir. Terör eylemleri siber saldırılar şeklinde de olabilmektedir. Bu tür saldırılar sonucu makinaların kontrolden çıkmasına, kazalara, bilgi sızıntılarına ve

güvenlikle ilgili birçok probleme sebep olacaktır. Bu yüzden sayısal sistemlerin güvenliği ayrıca ele alınması gereken bir konudur.

Meydana gelebilecek tüm olumsuzluklara karşı acil durum müdahale ekipleri kurulmalıdır. Bu ekipler tesislerde alacakları tedbirlerin yanı sıra sivil savunma tedbirleri kapsamında yakın çevrede yaşayan insanların bilgilendirilmesini yaparak farkındalığın artırılması sağlanmalıdır (Alkis, 2022).

Bu tür tesislere karşı kaza, saldırı ve sabotaj gibi yaşanabilecek olayların sonrasında nedenleri ve sorumluları tam olarak tespit edilmesi maksadıyla adli bilimlerin bünyesinde konunun uzmanı ekiplerin kurulması sağlanmalıdır (Oğur ve Cantürk, 2022).

Küresel anlamda nükleer emniyet normu henüz tam olarak gelişmemiştir ancak gelişmesini hızlandırmak için ülkeler çeşitli yollar izleyebilirler. İlk olarak, liderlik hâlâ önem taşımaktadır. Nükleer Güvenlik Zirveleri gibi üst düzey toplantılar ve konferanslar, ülkelerin nükleer emniyet hedeflerine bağlı olduklarına ve meselenin önemine vurgu yapacaktır. İkinci olarak, yapılması gereken en temel adım, farkındalığın artırılmasıdır. Amaç, nükleer ve radyolojik maddelerle yapılan bir terörist saldırısının önlenmesidir. Medya ve eğitim, kamuoyunu bilgilendirmek açısından çok güçlü araçlardır. Geçmiş dönemlerde film endüstrisi konuyu ele alan çeşitli filmler ve polisiye diziler çekmiştir ancak kamuoyunun panik yaşamadan bilgi sahibi olması için etkili iletişim teknikleriyle daha yaygın hâle gelmelidirler. Eğitim faaliyetleri ise dünyadaki çeşitli eğitim ve araştırma kurumlarında devam etmektedir. Bu kurumlar UAEA bünyesindeki Uluslararası Nükleer Emniyet Eğitim Ağı / International Nuclear Security Education Network (INSEN) çatısı altında toplanmıştır ve nükleer emniyetle ilgili farkındalığın artırılması ve nitelikli insan gücünün yetiştirilmesinde büyük önem taşımaktadırlar (Gençay ve ark., 2019).

10. NÜKLEER EMNİYET PLANI

Nükleer enerjinin kontrol edilmesi, tesislerin en iyi şekilde korunması ve nükleer maddelerin kontrolsüz bir şekilde hareket etmesini sağlamak amacıyla bugüne kadar birçok anlaşma ve sözleşme imzalanmıştır. Ülkemizde bu sözleşmelerin birçoğuna taraftır. **Tablo 10.1**'de Türkiye'nin taraf olduğu anlaşma ve sözleşmelerle ilgili genel bilgiler verilmiştir.

Tablo 10.1 Türkiye'nin Taraf Olduğu Anlaşmalar ve Sözleşmeler (TENMAK)

SIRA NO	ANLAŞMA / SÖZLEŞME ADI	GEÇERLİ	TÜRKİYE
1	Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Kişilerin Sorumluluğuna İlişkin Paris Sözleşmesi - 1960 Protokolü	29.07.1960	13.05.1961
2	Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahısların Sorumluluğu Sözleşmesini Değiştiren Protokol - 1964 Protokolü	28.01.1964	05.04.1968
3	Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahısların Sorumluluğuna İlişkin Sözleşmede Değişiklik Yapılmasına Dair Protokol - 1982 Protokolü	21.03.1985	21.01.1986
4	Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahısların Sorumluluğu Sözleşmesini Değiştiren Protokol 2004 Protokolü	12.02.2004	04.01.2022
5	Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (NPT)	28.01.1969	28.11.1979
6	Nükleer Maddenin Fiziksel Korunmasına İlişkin Sözleşme (CPPNM) - Viyana Sözleşmesi	23.08.1983	08.02.1987
7	Nükleer Maddenin Fiziksel Korunması Sözleşmesine İlişkin Değişiklik (CPPNM/A)	08.07.2015	08.05.2016
8	Nükleer Güvenlik Sözleşmesi (CNS)	20.09.1994	24.10.1996
9	Nükleer Kazanın Erken Bildirimi Sözleşmesi	26.09.1986	03.02.1991
10	Nükleer Kaza veya Radyolojik Acil Durumda Yardım Sözleşmesi	26.09.1986	03.02.1991
11	Viyana ve Paris Sözleşmesinin Uygulanmasına İlişkin Ortak Protokol	21.09.1988	19.11.2006
12	Nükleer Terörizm Eylemlerinin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme	14.09.2005	24.09.2012
13	Kullanılmış Yakıt İdaresinin ve Radyoaktif Atık İdaresinin Güvenliği Üzerine Birleşik Sözleşme	06.10.2021	21.05.2023

11 Eylül 2001’de ABD’ye yönelik yapılan terör saldırıları her ne kadar nükleer tesislere yönelik olmasa da iyi organize edilmiş bir terör saldırısının hangi boyutta bir eylem yapabileceğini açıkça göstermiştir. Bu durum devletlerin terör tehdidine karşı daha geniş önlemler almalarına ve güvenlik stratejilerini değiştirmelerine sebep olmuştur. Özellikle nükleer tesislere ve nükleer maddelerin hedef alınma ihtimali dünya genelinde korku ve endişeye sebep olmuştur. Artan bu ihtimal karşısında nükleer maddelerin bulunduğu tesis ve depoların güvenliği büyük önem kazanmıştır (Gençay ve ark., 2019).

UAEA nükleer emniyet olaylarını “nükleer güvenlik üzerinde potansiyel ve gerçek sonuçlu olaylar” olarak tanımlamıştır. Meydana gelen eylemler ya da olaylar sonucu hem olayın vukuu bulduğu ülke etkilenebileceği gibi bölgeye yakınlık durumuna göre diğer ülkelerde doğrudan ya da dolaylı olarak etkilenebilir. Bu nedenden dolayı UAEA, anlaşmaya taraf olan tüm üye ülkelere nükleer olayları tespit ederek önleme, zamanlı karşılık verme tedbirleri geliştirerek uygulamalarını tavsiye etmektedir. Olaylar sonucu meydana gelecek zarardan ancak ülke içerisinde etkili nükleer emniyet rejiminin kurulması ve sürdürülmesi ile korunmak mümkün olabilir. Bunun içinde nükleer maddelerin depolandığı ve kullanıldığı tesislerin güvenliği ile ilgili yasal düzenleyici tedbirlerin alınması, yetkili kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını belirlemek gereklidir (Udum, 2018).

Etkili bir mücadele için her ülke nükleer emniyet rejiminin bir parçası olarak olaylara anında karşılık vermek için ulusal bir plan hazırlamalıdır. Bu planların temel amacı gerçekleşebilecek olay karşısında etkili müdahalede bulunmak için bağlı kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını belirlemektir. Birden fazla kurumu ilgilendirecek görevler için koordinasyon mekanizması oluşturulmalıdır. Koordinasyonun olmadığı durumlarda görev alanlarında çatışmalar ortaya çıkması ve istenmeyen sonuçlara sebebiyet vermesi muhtemeldir. Kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarını belirlemek, aralarında etkili bir koordinasyon sağlandığı ulusal karşılık verme planı hazırlamak ve bunu uygulamak devletlerin kendi sorumluluğuna verilmiştir. Ayrıca bu planların gelişen zamana ve şartlara bağlı olarak güncellenmesi de gereklidir. Bu amaç doğrultusunda Türkiye’de 28 Mart 2020 tarihli ve 31082 sayılı resmi gazetede yayımlanan Cumhurbaşkanlığı kararnameleri ile Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) kurulmuştur. Ülkemizde nükleer maddeler ile ilgili tüm hususlarda bu kurum yetkilendirilmiştir.

10.1 Nükleer Silahların Çalınması

Dünya üzerinde en fazla yıkıcı etkiye sahip nükleer silahların çalınması diğer tehdit unsurlarına göre meydana gelme olasılığı en az olanıdır fakat gerçekleşmesi durumunda en fazla yıkıcı etkiye sahip eylem olacaktır.

Günümüzde 9 ülkenin bu silahlara sahip olduğu bilinmektedir. Ocak 2021 itibariyle toplam nükleer silah sayısının 30.000'in üzerinde olduğu değerlendirilmektedir. Bu tür silahların bulunduğu depoların yüksek güvenlik önlemleri ile korunmaktadır. Kullanılabilmesi için özel aktivasyon kodları gereklidir. Böylece çalınma durumu gerçekleşse dahi silahların kullanılması önlenmektedir. Bu nedenden ötürü terör örgütlerinin nükleer silah elde etmeleri veya bunları eylemlerinde kullanma ihtimalinin çok düşük olduğu değerlendirilmektedir (Demirci, 2012).

10.2 Nükleer Maddelerin Çalınması veya Yasadışı Yollarla Temin Edilmesi

Dünya genelinde sadece 25 ülkenin sahip olduğu nükleer silah yapmak için kullanılacak HEU miktarı 1.900 ton ve plütonyum miktarı ise 1.800 ton kadar olduğu bilinmektedir. Nükleer bir silah üretmek için en az 25 kg HEU ya da 8 kg kadar Plütonyuma ihtiyaç bulunmaktadır (Kibaroğlu, 2013). Bazı ülkelerde bu maddeler için gerekli emniyet tedbirlerinin alınmadığı ve tehditlere açık halde buldukları değerlendirilmektedir. Bu maddeler, terör örgütlerin eline geçse bile nükleer bir silah yapmak için nükleer teknolojiye ve gerekli ekipmana sahip olmadıklarından dolayı bu tür silahları üretemeyeceklerdir (Ekşi, 2016).

10.3 Nükleer Tesis ve Depolara Yönelik Saldırı ve Sabotaj Düzenlemeleri

Nükleer tesislere yönelik düzenlenebilecek sabotajların asıl amacı radyoaktif madde salınımına neden olarak canlı ve çevreye zarar vermektir. Terör örgütleri bu sayede özellikle hedef bölgedeki insanlarda korku ve endişeye yaratacaktır.

11 Eylül saldırılarında kullanılan taktik, nükleer tesislerin güvenliğinin artırılmasına sebep olmuştur. Bu saldırının sonucunda nükleer tesislerin fiziksel koruma sistemlerinin güçlendirilmesi sağlanmış, emniyet personelinin sayısı ile eğitimleri artırılmış ve kontrol alanları artırılarak korumaları üst düzeye çıkarılmıştır. Örneğin Japonya, nükleer tesislerde görev alan emniyet personeline uzun namlulu silah vermiş, Fransa ise tesislerin yakınına uçaksavar füze sistemleri yerleştirmiştir (Engin, 2021).

Nükleer tesislerin inşasında özellikle rektörün bulunduğu yapı kalın duvarlardan oluşmaktadır. Ayrıca bu yapılar silahlı emniyet personeli ve güçlü fiziki koruma sağlayan sistemlerle donatılmıştır. 2001 yılından önce inşa edilen nükleer enerji santralleri yeni inşa edilenlere nazaran daha az korunaklıdır. Özellikle eski nükleer santrallere yönelik yapılacak sabotaj sonucu radyoaktif madde salınımı ihtimali yüksek seviyededir. Kullanılmış yakıtların radyoaktif madde salınımı diğerlerine göre çok daha yüksektir. Bu sebeplerden ötürü nükleer tesislerin yakıt havuzlarının fiziki emniyet sistemine dâhil edilmiş ve güçlendirme çalışmaları yapılmıştır

Aşağıdaki tabloda nükleer maddelerin bulunduğu tesislere yönelik yapılan saldırı ve sabotaj olaylarına örnekler **Tablo 10.2**'de verilmiştir.

Tablo 10.2 Nükleer Tesislere Yönelik Saldırı ve Sabotajlar (Savaş, 2016)

1966-1977	Avrupa	Nükleer tesislere zarar vermek amacıyla düzenlenen 10 terör saldırısı
1974-1986	ABD	Nükleer tesislere düzenlenen 32 terör saldırısı
1978	İspanya	Lemoniz Nükleer Güç Santrali buhar jeneratörüne düzenlenen bombalı saldırı
1982	Fransa	Superphenix Nükleer Güç Santraline düzenlenen roketli saldırı
1982	Güney Afrika	Koeberg Nükleer Güç Santralinin inşaat aşamasında düzenlenen bombalı saldırı
1992	Rusya	Nükleer Güç Santrallerine yönelik saldırı olacağına dair 3 tehdit raporu
2002-2007	ABD	11 Eylül sonrası Nükleer Güç Santrallerine yönelik saldırı düzenleneceği yönünde iddialar
2004	Avustralya	Lucas Heights Araştırma Reaktörüne saldırı planlandığına dair iddialar
2005	Hindistan	Terör örgütlerinin Kaiga Nükleer Güç Santralinin hedef seçtiklerinin ortaya çıkması
2007	Güney Afrika	Pelindaba Araştırma Merkezinin acil durum odasının silahlı kişilerce basılması
2014	Belçika	Doel Nükleer Güç Santralinin tribünlerine yönelik sabotaj şüphesi

10.4 Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanı

Nükleer maddelerin yasadışı ticareti ile ilgili olayların 1990 yılı itibariyle artış göstermesi münasebetiyle 1995 yılında bu tür olayları takip etmek ve paylaşmak maksadıyla “Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanı” kurulmuştur (Coşar, 2017). Bu sistem sayesinde UAEA’ya üye ülkeler, nükleer ve radyoaktif maddelerin yasadışı ticaretinin yanı sıra kaybolma ve çalınma olaylarını diğer ülkeler ile anında paylaşabilmektedir. Aynı zamanda herhangi kasıt olmadan ticareti yapılan radyoaktif maddelere bulaşmış hurda metaller ile sahipsiz radyoaktif maddeler sistem ile ilgili bilgilerde bu veri tabanına girişi yapılarak konu hakkında diğer ülkeler ile bilgi paylaşımı yapılabilmektedir.

Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanı aracılığı ile 1993-2015 yılları arasında 2.889 olay üye ülkelere paylaşılmıştır. Paylaşılan maddelerin büyük çoğunluğunun radyoaktif maddeler içerdiği tespit edilmiştir. Türkiye’de bu sisteme veri girme yetki TENMAK’a verilmiş ve verilerin zamanında girilmesinden sorumlu kılınmıştır.

10.5 Nükleer Maddelerin Tesislerden Çalınması Olayları

Nükleer maddelerin çalınması ile ilgili olarak tespit edilen ilk vaka 1992 yılında Rusya’da bulunan Luch Bilimsel Üretim birliğinden yaklaşık 1,5 kg miktarında HEU çalınmasıdır. Araştırma tesisinde kimya mühendisi olarak görev yapan Yuri Smirnov tespit edilmesinin engellemek için 5 ay boyunca düşük miktarlarda zenginleştirilmiş uranyumu parça parça tesiste çalmayı başarmıştır. Nükleer maddenin zaman içerisinde eksildiği anlaşılması üzerine polis tarafından takibe alınarak 1,5 kg HEU ile yakalanmıştır (Savaş, 2016).

Buna benzer bir olay yine Rusya’da yaşanmıştır. 1998 yılında tesis çalışanları tarafından nükleer bir tesisten 18,5 kg HEU çalmaya çalışırken Rusya Federasyonu gizli servisi tarafından yakalanmıştır. Hırsızlığa konu olan nükleer maddenin özellikleri ve miktarı göz önünde bulundurulduğunda nükleer silah yapımına yetecek düzeyde ve nitelikte olması dikkat çekicidir.

Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanına 1993-2015 yılları arasında girişi yapılarak yayınlanan ya da kaybolduğu rapor edilen HEU olay sayısı üç, plütonyum içeren olay sayısı beşdir.

HEU aynı zamanda sivil amaçlı enerji üretimi ve bilimsel araştırmalar için kullanılmaktadır. 1978 yılından itibaren ABD Enerji Bakanlığı tarafından

zenginleştirilmiş uranyumun çalınmalarına önlem maksatlı sivil amaçlı kullanımlarda uranyum zenginliğini azaltma programı başlatmıştır. Bu programla, araştırma rektörlerinde yakıt olarak kullanılan HEU dünya genelinde azaltma amacı güdülmektedir. Bu nedenle bu tip reaktörle LEU yakıtı ile çalışabilecek şekle dönüştürülmüştür. Bu çalışmaların ülkemizi etkileyen sonucu olarak İstanbul Büyükçekmece’de bulunan reaktör dönüştürülmüş ve eldeki HEU ABD’ye gönderilmiştir (Günkut, 2018).

10.6 Nükleer Maddelerin Yasadışı Ticareti

SSCB’nin dağılması ile ülke geneline yayılmış nükleer tesislerde bulunan nükleer maddeler yüksek değerleri sebebiyle özellikle düşük ücret alan tesis çalışanları tarafından çalınmaya çalışılmıştır. Uluslararası Polis teşkilatı (INTERPOL) 1994 yılında yayınladığı raporda, 1992-1994 yılları arasında nükleer maddelerin yasadışı ticaretinde büyük artış yaşandığı belirtmiştir. Tespit edilen olayların çoğunluğu doğal uranyum ya da düşük zenginleştirilmiş uranyum olduğu görülmüştür. Azda olsa HEU satışı tespit edilmişse de, satıcı ve alıcıların hiçbiri terör örgütü üyesi olmadığı anlaşılmıştır.

Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanına girilen olaylar ile ilgi 2016 yılında yayınlanan rapora göre tespit edilen kaçakçılık olaylarında maddenin genel itibariyle gram seviyesinde olduğu, çok azının kilograma kadar çıktığı belirtilmiştir.

Yasa dışı ticaretle ilgili olarak yaşanmış olaylardan bazıları aşağıda verilmiştir.

1. 1994 yılında Çek Cumhuriyeti’nde yasadışı yollardan satılmak istenen 2,73 g zenginleştirilmiş uranyum bulunmuştur.

2. 1995 yılında Çek Cumhuriyeti’nde 16,9 g HEU polis teşkilatı tarafından bulunmuştur.

3. 1995 yılında Rusya Federasyonu’nda nükleer tesisten çalındığı ve yasa dışı yollarda satılmak istendiği tespit edilen 1,7 kg HEU bulunmuştur.

4. 2001 yılında Paris’te üç kişi 0,5 g HEU satmak amacıyla alıcı ararken yakalanmıştır (UAEA, 2007; UAEA, 2013).

5. 2014 yılında Moldova’da 200 g Uranyum-235 satmaya çalışan kişiler emniyet güçleri tarafından yakalanmıştır (BBC, 2015).

6. 2016 yılında Gürcistan’da tüketilmiş uranyum konteyneri satmaya çalışan 6 kişi yakalanmıştır (UAEA, 2017).

Yasadışı ticaret olayları incelendiğinde nükleer maddelerin başka bir ülkeye nakledildikten sonra organize suç örgütleri ile bağlantılı kişilere satmaya çalışıldığı görülmüştür. Bunun üzerine devletler ülke girişleri olan sınır kapılarına, havaalanlarına ve limanlara radyasyonu tespit edilen cihazlar yerleştirmişlerdir.

Türkiye bulunduğu coğrafya ve jeopolitik konumu nedeniyle nükleer maddelerin geçiş güzergâhında bulunur. 2016 yılında EGM KOM Daire Başkanlığı tarafından yayınlanan raporda 2006 yılından bu yana Türkiye’de nükleer madde kaçakçılığının yaşanmadığı açıklanmıştır.

2015 yılında imzalanan “Gümrük ve Ticaret Bakanlığı ile Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Arasında Gümrük Kapılarında Kurulan Radyasyon İzleme Sistemlerine İlişkin İşbirliği Protokolü” ile gümrük kapılarına kurulan radyasyon ölçme cihazları ile nükleer maddelerin yasadışı girişleri engellenmektedir. Gümrük kapılarına 31 adet, uluslararası havalimanlarına 3 adet, limanlara 21 adet ve demiryolu sınır kapısına 1 adet olmak üzere toplam 56 adet radyasyon izleme sistemi kurulmuştur. Bu sistemler sayesinde ülkemize yapılan girişler 24 saat esasına göre takip edilerek nükleer ve radyoaktif maddelerin müsaadesiz girişlerine engel olunmaktadır. Radyasyon izleme sistemlerinin doz ölçüm değerleri en hızlı şekilde müdahale edilmesi için Afet Acil Yönetim Merkezine iletilmektedir. Ayrıca cihazların düzenli çalışıp çalışmadığı ve bakımları TENMAK tarafından takip edilmektedir.

10.7 Kirli Bomba

Kirli bomba, radyasyon yayan maddelerin klasik patlayıcılar ile birlikte kullanılarak insan sağlığına ve çevre kirliliğine sebep olacak patlayıcı türüdür (Alkis, 2022). Bir diğer çeşidi de radyoaktif kaynaklar kullanılarak insanların bilinçsiz ve farkına varamadığı cihazlar vasıtası ile iyonlaştırıcı radyasyona maruz bırakmaktır. Bu tür bir eylemin tespit edilmesi çok güçtür. Uzun süre radyasyon ışınlarına maruz kalan insanlar hastaneye başvursalar bile tespit edilme şansı çok düşük bir ihtimaldir. Tespiti daha çok rastlantısal radyasyon ölçümleri ile olmaktadır. İster patlayıcı düzeneği ile güçlendirilmiş olsun ister pasif radyasyon yayılımı ile olsun terör örgütlerinin düzenleyeceği bu tür eylemlerin yıkıcı etkisi olmasa da insanlar üzerinde büyük panik ve korku yaratacağı aşikârdır (Kaya, 2012).

Kirli bomba ile yapılan ilk terör eylemi 23 Kasım 1995 tarihinde Moskova’da gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bir parka yerleştirilen ¹³⁷Cs izotopu içeren düzenek bir

yerel bir medya kanalına yapılan ihbarın üzerine yapılan operasyonla etkisiz hale getirilmiştir (Gerçekler, 2013).

Benzer bir olayda 2017 yılında Endonezya'da meydana gelmiştir. Kirli bomba düzeneği yapma hazırlığında olan terör örgüt mensupları, istihbarat birimleri tarafından yakalanmıştır (UAEA, 2017).

Düşük seviyede radyasyon yayan maddelerin özellikle sağlık sektöründe pek çok alanda kullanılıyor olması ve terör örgütlerinin bu maddelere kolaylıkla ulaşabilecekleri birlikte değerlendirildiğinde, bu kaynakların emniyetinin en üst seviyede alınması sağlanmalıdır.

10.8 Tesislerin Sabotajlara Karşı Korunması için Tedbirler

Nükleer maddelerin bulunduğu tesis ve depoların hırsızlık ve sabotajlara karşı korunması için etkili bir koruma sistemi kurulmalıdır. Her türlü kötü niyetli eylemleri tespit etmek ve karşılık vermek Fiziki Koruma Sisteminin asıl amacını oluşturur. Fiziki koruma sistemleri tespit etme ve geciktirme sistemleri olarak iki bölümden oluşur. Etkili bir savunma mekanizması için tespit etme sistemlerinin hedef tesisten uzakta, geciktirme sistemlerini ise hedef tesise yakın yerde kurulması gereklidir (Coşar, 2017).

Resmi Gazete'nin 22 Mayıs 2012 tarihinde yayınlanan Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Yönetmeliğinde, nükleer tesislere kurulacak olan Fiziki Koruma Sistemlerinin yerlerini belirlemek, kurmak ve işletilmesini sağlama görevini yetkilendirilen kişinin sorumluluğunda olduğu belirtilmiştir.

10.9 Nükleer Maddelerin Hırsızlığa Karşı Korunması için Tedbirler

Bugüne kadar nükleer tesislerden nükleer maddelerin çalınma olayları daha çok tesis çalışanları tarafından ya da yardımcıları ile gerçekleştirildiği görülmüştür. SSCB'de bulunan nükleer tesisler daha çok dış tehditlere karşı koruma altına alınmış, tesis çalışanların oluşturabileceği tehdit göz ardı edilmiştir (Zaitseva ve Hand, 2003).

İlgili yönetmeliğe göre belirlenen yetkili kişinin tesisi çok iyi tanınması ve Fiziki Koruma Sistemlerine hâkim olması gereklidir. Özellikle nükleer maddelerin bulunduğu alanlara yetkisiz kişilerin giriş ve çıkışlarını engelleyecek tedbirlerin alınması gerekir. Ayrıca bu bölgelerin kesintisiz olarak sistem enerjisinden bağımsız ve kesintisiz görüntü aktarımı sağlayabilecek kameralar ile takip edilmelidir.

Nükleer maddelerin koruma seviyesi tehditlerin niteliği ve zarar verme sınıfına göre belirlenmelidir. Örneğin, nükleer silah yapımında kullanılacak madde ve atıkların çalınma olaylarına karşı hassas olduğu bilindiğinden koruma tedbiri en üst seviyede olmalıdır.

Fiziki Koruma Sistemi geliştirilirken nükleer maddelerin madde tipi, miktarı, izotop bileşimi, radyoaktivite seviyesi ve patlayıcı yapımında kullanılabilme seviyesi dikkate alınarak belirlenir. Resmi Gazetede yayınlanan Yönetmeliğe göre nükleer maddelerin sınıflandırılması aşağıdaki Tablo 10.3’de verilmiştir.

Tablo 10.3 Nükleer Maddelerin Sınıflandırılması (Özsönmez, 2015)

Madde	Biçim	Nükleer Maddenin Sınıfı		
		I	II	III
Plütonyum	Işınlanmış / Az ışınlanmış	$x \geq 2 \text{ kg}$	$500 \text{ g} < x < 2 \text{ kg}$	$15 \text{ g} < x \leq 500 \text{ g}$
Uranyum-235	$Y \leq \%20$ Zenginleştirilmiş Uranyum	$x \geq 5 \text{ kg}$	$1 \text{ kg} < x < 5 \text{ kg}$	$15 \text{ g} < x \leq 1 \text{ kg}$
	$\%10 \leq Y < \%20$ Zenginleştirilmiş Uranyum		$x \geq 10 \text{ kg}$	$1 \text{ kg} < x < 10 \text{ kg}$
	Doğal U $< Y < \%10$ Zenginleştirilmiş Uranyum			$x \geq 10 \text{ kg}$
Uranyum-235	Işınlanmış / Az ışınlanmış	$x \geq 2 \text{ kg}$	$500 \text{ g} < x < 2 \text{ kg}$	$15 \text{ g} < x \leq 500 \text{ g}$
Işınlanmış Yakıt			Fisil İçeri $< \%10$	

Yetkilendirilen kişi Fiziki Koruma Sistemini tasarlarken nükleer maddelerin sınıflandırılmasını temel alır. Ayrıca koruma sisteminin yanı sıra nükleer maddelerin sayım ve kontrol sistemi uygulanmalıdır. Sayım ve kontrol sistemi nükleer maddelerin eksilmesini veya yetkisiz kişilerce kullanılmasının önlemede teyit etmek amacıyla kurulmuştur. Nükleer maddelerin bulunduğu her yer için ayrı ayrı kaydı tutulmalıdır.

30 Mayıs 2012 tarihinde Resmi Gazete ’de yayınlanan “Nükleer Madde Sayım ve Kontrol Yönetmeliği” gereğince görevlendirilen kişi sayım ve kontrol raporlarını düzenli aralıklarla TENMAK’a bildirir. Bu sayede UAEA tarafından madde sayım denetimi yapıldığı gibi nükleer maddelerin hangi amaçla kullanıldığı izlenmektedir.

Tesiste bulunan nükleer maddelerin kontrol standartlarından bir tanesi de Sayılamayan Madde Miktarıdır. Kısaca tesiste fiziksel olarak bulunan madde miktarı ile defter envanterinde bulunan fark olarak tanımlanabilir. Bu standart sayesinde madde sayım işlemlerinin etkinliği kontrol edilmiş olur. Fiziksel envanter, nükleer tesiste bulunan tüm nükleer maddelerin belirlenen prosedür çerçevesinde hesaplanan miktarlarının toplamı olarak, defter envanteri ise, iki fiziksel envanter alımı arasındaki tüm değişikliklerin matematiksel toplamı olarak tanımlanır.

Sayılamayan madde miktarı nükleer kayıp dışında sıfır olması gereklidir. Eğer sıfırdan farklı bir sonuç ortaya çıkmışsa bu durum, nükleer tesis içerisinde çalışanlardan kaynaklı bir iç tehdit, maddenin çalınması ile ilgili olabileceği gibi sayım ve kontrol raporlarındaki hatalardan kaynaklanmaktadır. Yetkilendirilen kişi raporlama ve sayım hataları dışında kalan durumlar karşısında nükleer maddenin yerini bulmak ve güvenlik sistemini tekrar kontrol altına almakla görevlidir.

10.10 Nükleer Tesislerin Sabotaja Karşı Korunması için Tedbirler

Tesiste bulunan ve herhangi bir sabotaj sonucu radyolojik yayılıma sebebiyet verecek maddeler, ekipmanlar ve cihazlar Fiziki Koruma Sisteminin en iyi korunana alanlarında bulunurlar. Bu tür maddelerin Fiziki Koruma Sistemi tasarlanırken hangi alanlarda olacağı belirlenmesi önemli bir konudur. Koruma Sistemi kurulurken işin uzmanları ile birlikte çalışılması ve bir senaryo dâhilinde yapılacak planlama ile tesisin hayati alanlarının belirlenmesi gerekir.

Fiziki Koruma Sistemi tasarlanırken tehdit esas boyutu ile ele alınmalıdır. Fiziki güvenliğe esas tehdit Milli Güvenlik Kurulunu oluşturan kurumlar ile diğer kurum ve kuruluşların koordine çalışması sonucu belirlenir. Normal şartlarda tehdit değerlendirmesi her 5 yılda bir tekrar değerlendirilir fakat yeni tehditlerin ortaya çıkması ya da belirlenmesi üzerine tehdit güncellemesi yapılır.

Nükleer tesislere yönelik özellikle nükleer maddeleri hedef alan sabotajların vukuu bulması halinde acil koruma emniyet planı derhal uygulanmaya başlanır. Yetkilendiren kişi genel tehdit değerlendirmesine göre değil, meydana gelebilecek tüm tehditler için ayrı ayrı ve ayrıntılı acil müdahale planları hazırlamak zorundadır.

10.11 Nükleer Maddelerin Transit Geçişleri Sırasında Alınan Tedbirler

Nükleer maddeler bir yerden başka bir yere nakilleri, özellikle organize suç örgütleri ve terör örgütlerinin eylemlerine karşı hassaslık göstermektedir. Ülke içerisinde ya da uluslararası taşımalar sırasında olabilecek eylemlere karşı fiziksel her türlü tedbiri almak ve uygulamak ülkelerin kendi sorumluluğundadır (Resmi Gazete, 1986; Resmi Gazete, 2015). Aynı zamanda devletler kendi egemenlik sahalarının hava, kara ve deniz geçişlerinde fiziki koruma kapsamında tüm önlemlerin alındığına dair teminat alınmadıkça geçiş müsaadesi vermemekle yükümlüdür.

Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Hakkında Sözleşmesi'nin 4'üncü maddesi 1,2 ve 3'üncü fıkrasına göre:

1. Hiçbir Taraf Devlet, nükleer maddenin, uluslararası nükleer taşıma sırasında EK 1' de belirtilen düzeylerde korunacağına ilişkin teminat almadıkça, bu maddeyi ihraç etmeyecek veya bu maddenin ihraç edilmesine izin vermeyecektir.

2. Hiçbir Taraf Devlet, bu Sözleşmeye taraf olmayan bir Devletten, nükleer maddenin, uluslararası nükleer taşıma sırasında EK-1'de belirtilen düzeylerde korunacağına ilişkin teminat almadıkça, bu maddeyi ithal etmeyecek veya bu maddenin ithaline izin vermeyecektir.

3. Her Taraf Devlet bu sözleşmeye taraf olmayan devletlerarasındaki milletlerarası nükleer taşıma sırasında, nükleer maddenin mümkün olan ölçüde, EK-1'de belirtilen düzeylerde korunacağına ilişkin teminat alınmadıkça, söz konusu nükleer maddenin kara veya iç su yolları vasıtasıyla ya da hava veya deniz limanları yoluyla topraklarından geçmesine izin vermeyecektir.

10.12 Nükleer Emniyete İlişkin Yasal Düzenlemeler

Nükleer enerjinin sadece barışçıl amaçlar için kullanılmasını sağlamak amacıyla uluslararası düzenlemeler ile birlikte tüm ülkelerin nükleer emniyet hususunda görev ve sorumlulukları belirlenmektedir. Bu maddelerin emniyetlerinin sağlanması için çalışmalar 1970'li yıllardan itibaren devam etmektedir. UAEA tarafından "Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Hakkında Sözleşme" 3 Mart 1980 yılında onaya açılan anlaşma yeterli sayıya ulaştıktan sonra 8 Şubat 1987'de yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz bu anlaşmaya 23 Ağustos 1983'de imzalamış ve 7 Ağustos 1986'da onaylamıştır.

Sözleşmenin asıl amacı, barışçıl amaçlarla kullanılacak olan nükleer maddelerin uluslararası taşınmaları sırasında alınacak fiziksel koruma tedbirleri ile ilgili devletlerin sorumluluğunu belirlemektir. Aynı zamanda sözleşmeye taraf olan tüm devletler nükleer maddelerin ülke içerisinde kullanılması, taşınması ve depolanması sırasında alınması gereken fiziki emniyet tedbirlerini uygulamak ile yükümlüdür.

Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Hakkında Sözleşmesinde nükleer maddeleri ile ilgili cezai yaptırım gerektiren suçlarda tanımlanmıştır. Sözleşmeye göre kasıtlı işlenen eylemlerde;

- Kanuni her herhangi bir yetkiye dayanmaksızın, nükleer maddenin insan sağlığını ciddi derecede bozulmasına veya ölümüne yol açacak şekilde elde edilmesi, bulundurulması, el değiştirmesi veya atılmasını oluşturan eylem,

- Nükleer maddenin çalınması ya da zor kullanılarak elde edilmesi gaspı,

- Zimmet ya da hile ile elde edilmesi,

- Tehdit, şantaj ya da her hangi bir zorlama yolu ile elde edilmesi ile ilgili yasal düzenleme yapılarak ülkelerin suç tanımı içerisinde bulunmalarını sağlayarak yaptırımlarını belirlemek taraf ülkelerin görevleri arasında sayılmıştır.

10.13 Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesinde Değişiklik

1987 yılında yürürlüğe giren Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesi, geçen zaman içerisinde yeni tehditlerin ortaya çıkması 2005 yılında değişiklik yapılmasını zorunlu kılmıştır. Sözleşmede değişikliklerin geçerli olabilmesi için taraf devletlerin en az 2/3'ünün sözleşmeyi imzalaması gerekmektedir. Yapılan değişiklik imzaya açılmış yeterli nitelikli çoğunluk sağlanarak 8 Mayıs 2016 tarihi itibarıyla yürürlüğe girmiştir. Türkiye sözleşmedeki bu değişikliği 24 Nisan 2015 yılında onaylamıştır.

Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesi temel olarak nükleer maddelerin uluslararası taşımacılığı, ülke içerisinde kullanılması ve depolanması sırasında alınması gereken fiziki koruma tedbirlerinde esaslar belirlenmişken 2005 yılı yapılan değişikliği ile kapsam daha da genişletilmiştir.

2005 yılında yapılan değişiklikler şu şekildedir:

1. Sözleşmenin ismi Nükleer Maddelerin ve Nükleer Tesislerin Korunması olarak değiştirilmesi ile barışçıl amaçlarla kullanımında fiziki koruma standartlarının içerisine dâhil edilmiştir.

2. Fiziki koruma tedbirlerinin içerisinde tesislere yönelik yapılacak sabotajlara karşı önlemler yok iken, yapılan değişiklik ile bu konu kapsam içerisine alınmıştır.

3. Fiziksel koruma yönetimi devletlerin iç hukukunda yasal kurallara bağlanmasını, uygulamaların sürdürülebilmesi için görevlendirilecek kurum ve kuruluşların belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir.

4. Nükleer madde ve tesisleri hedef alan suçlar ve cezai yaptırımları genişletilmiştir. Nükleer maddelerin yasadışı ticareti ve kaçakçılığı ile tesislere yapılacak sabotajlar suç kapsamına alınmıştır.

5. Tesislerin fiziki korunması ile temel ilkeler belirlenmiş ve taraf devletlerin bu ilkelere tümüyle uymaları hükme bağlanmıştır.

10.14 Nükleer Terörizmin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme

1987 yılında yürürlüğe giren Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesinin nükleer terörizm ile mücadelede önlem alması konusunda yetersiz kalması üzerine 1996 yılında Rusya tarafından hazırlanan taslak “Nükleer Terörizmin Önlenmesine İlişkin Uluslararası Sözleşme” BM Güvenlik Konseyi tarafından 13 Nisan 2005 tarihinde kabul edilerek 13 Temmuz 2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 2012 yılında Seul’de düzenlenecek olan Nükleer Emniyet Zirvesi öncesi 24 Eylül 2012 sözleşmeyi onaylamıştır.

Sözleşme ile radyoaktif madde ve cihazlar vasıtasıyla insan sağlığına ve çevre ciddi zararlar veren kişiler suçlu olarak tanımlanmıştır. Ayrıca nükleer tesislere düzenlenen eylemler ile eylemlere yardım etme suç olarak tanımlanmıştır. Taraf devletler bu eylemleri kendi iç hukuklarında cezai yaptırımlar gerektiren suçlar olarak tanımlayacak ve UAEA’nın belirttiği görev ve tavsiyeleri yerine getirmekle yükümlüdür.

10.15 Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararları

10.15.1 1373 Sayılı Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararı

BM Güvenlik Konseyi tarafından 2001 yılında kabul edilen karar ile terörizm her türlü faaliyetlerinin cezalandırılması, mali açıdan desteklenmelerini önlenmesi ve

mücadele edilmesi hususlarında tüm devletlerin görev ve sorumlulukları belirlenmiştir. 1373 Sayılı Karar ile nükleer terörizm ile devletlerarası bilgi paylaşımının ve konu ile ilgili işbirliği yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

10.15.2 1540 Sayılı Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararı

BM Güvenlik Konseyi'nde 2004 yılında kabul edilen karar ile başta nükleer, biyolojik ve kimyasal silahlar olmak üzere tüm KİS'in yayılmasını önleme ve terör örgütlerinin eline geçmesine engel olmada tüm devletlerin görev ve sorumluluklarını tanımlamaktadır.

Bu karara göre tüm devletler sınır geçişlerini kontrol etmek, ülke içerisinde fiziki koruma tedbirlerini almak, ihracat ve transit geçiş kontrol sistemlerini kurmak ve uygulamakla yükümlü olacaklardır. Gerekli iç hukukun düzenlenmesi devletlerin kendi sorumluluğu olduğu belirtilmektedir. Ayrıca nükleer, kimyasal ve biyolojik silahların tasarım, üretim ve malzemeleri ulusal kontrol listelerinde bulunan ekipman ve teknoloji olarak tanımlanacaktır.

10.16 Nükleer Emniyet Zirvesi

Nükleer maddelerin ve tesislerinin güvenliğinin belli standartlar doğrultusunda artırılması amacıyla devlet başkanlarının yanı sıra UAEA, INTERPOL, BM ve AB gibi uluslararası organizasyonlar katılmıştır. Zirvenin sonucunda alınan kararların herhangi bir bağlayıcılığı bulunmayıp nükleer terörizmin önlenmesi hususunda tavsiye niteliğindedir.

Yüksek zenginleştirilmiş uranyum stokunun dünya genelinde azaltılması, nükleer maddelerin yanı sıra radyoaktif maddelerinde emniyetini güçlendirilmesi ve bu konularla ilgili olarak bilgi paylaşımı ve işbirliğinin artırılması konuları öne çıkmıştır.

10.16.1 2010 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi

Nükleer emniyet zirvesi 2010 yılında ilk kez düzenlenmiştir. Bu zirvenin sonucunda nükleer emniyetin standartlarını yükseltmek ve iyileştirmek maksadıyla ülkelerin uygulamalarını paylaşılması konusunda fikir birliğine varılmıştır. Nükleer emniyetin güçlendirilmesi için katılımcı ülkelerin yürüteceği faaliyet programını belirten Washington Çalışma Planı oluşturulmuştur. Bu plana;

1. Nükleer emniyet planı ile ilgili olarak daha önceden yapılmış anlaşmaların onaylanmasını ve anlaşmada belirtilen hükümlerin uygulanmasını,
2. BM Güvenlik Konseyi tarafından alınan kararları uyulmasını,
3. UAEA'nın nükleer emniyeti planının güçlendirilmesi ile ilgili tavsiyelerine uyulması,
4. Nükleer maddelerin yasadışı ticareti ile ilgili iç hukuk düzenlemelerini ve mevzuatın iyileştirmesi,
5. Zenginleştirilmiş uranyum kullanan nükleer enerji santrallerini modernizasyon yapılarak LEU kullanacak şekilde dönüştürülmesi,
6. Nükleer emniyet planı içerisinde görev alacak tüm kişilerin eğitim seviyelerinin artırılması,
7. Kontrol dışı nükleer ve radyoaktif maddelerin tespit edilmesinde başarı oranının artırılması için gümrük görevlileri ve kolluk kuvvetleri arasında periyodik olarak tatbikatlar yapılması konularında mutabakata varılmıştır.

10.16.2 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi

Seul'de toplanan Nükleer Emniyet Zirvesinde 2010'da yapılan zirvede alınan kararlara ek olarak taraf olan tüm ülkeler tarafından;

1. Ülkelerin, Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Hakkında Sözleşmesini ve 2005 yılında yapılan güncellemeleri imzalamaları ve hükümlerine uymaları,
2. HEU ve plütonyum stokunun en kısa zaman içerisinde azaltılmasını,
3. Nükleer emniyet ve güvenlik konularının aralarındaki etkileşimin artırılmasını,
4. Nükleer elektrik santralleri ve araştırma reaktörlerindeki yakıt ve atık maddelerin güvenliğini artırılması,
5. Radyoaktif maddelerinin güvenliğini güçlendirilmesi hususunda uzlaşmaya varılmıştır.

10.16.3 2014 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi

Lahey’de düzenlenen toplantıda, ülkeler tarafından daha önceki alınan kararlar doğrultusunda yapılan düzenlemeler ile ilgili ilerleme raporları sunulmuştur. Verilen raporlarda;

1. Yüksek zenginleştirmiş uranyum stoklarını eritmek için çalışmalara başlanıldığını,
2. Araştırma reaktörlerinin LEU yakıtı kullanan reaktörlere dönüştürüldüğü,
3. Nükleer maddelerin ülkeler arası yasadışı geçişlerini engellemek için sınır kapılarında çeşitli tedbirlerin alındığı,
4. Nükleer maddelerin kullanılması, taşınması ve depolanması ile ilgili alınacak fiziki emniyet tedbirleri mevzuatlarını güncelledikleri bildirmişlerdir. Toplantı sonucunda vuku bulan nükleer olaylarla ilgili olarak nükleer adli bilim çalışmalarında uluslararası işbirliğine gidilmesi ve katılımcı ülkelerin teşviklerin artırılması kararlaştırılmıştır (NSS, 2016).

10.16.4 2016 Yılında Düzenlenen Nükleer Emniyet Zirvesi

Washington’da yapılan toplantıda, nükleer madde emniyetinin iyileştirmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili yürütülen çalışmalar, uluslararası organizasyonların aynı konu ile ilgili nükleer güvenlik altyapısının güçlendirmesi ile ilgili yapılan faaliyetler sunulmuştur. Toplantıda ön plana çıkan konular;

1. Nükleer emniyet, güvence ve güvenlik arasında uyumun artırılması,
2. Nükleer madde taşımacılığında uygulanacak emniyet tedbirlerin artırılması, iyi uygulamaların taraf diğer ülkeler ile paylaşılması,
3. Nükleer terörizm tehdidi ile mücadelede kolluk kuvvetlerinin güçlendirilmesi, INTERPOL ile işbirliğini artırılması,
4. Nükleer Terörizmle Mücadele Küresel Girişimi tarafından nükleer adli bilim dalındaki çalışmaların desteklenme yönünde uzlaşma sağlanmıştır.

10.17 Nükleer Emniyet ile İlgili Ulusal Düzenlemeler

Ülkede bulunan nükleer madde ve tesislerin korunması ile ilgili esasları belirlemek ve mevzuatı hazırlama görevi TENMAK’a verilmiştir.

TENMAK tarafından hazırlanmış nükleer emniyete ilişkin yasal düzenlemeler aşağıda verilmektedir:

- *Türkiye sınırları içerisinde bulunan nükleer maddelerin ve nükleer tesislerin sabotaj ve hırsızlığa karşı korunma önlemlerine ilişkin esasları düzenlemek üzere Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir.*

- *Nükleer maddeler ile nükleer amaç için özel olarak tasarlanmış veya hazırlanmış ekipman ve malzemelerin envanterinin tespit ve takibini yaparak, nükleer silah veya diğer nükleer patlayıcı aygıtlara dönüştürülmesini ya da yetkisiz olarak kullanılmasını önlemek amacıyla Nükleer Madde Sayım ve Kontrol Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir.*

- *Nükleer silahların yayılmasının önlenmesi için nükleer madde, nükleer alanda kullanılan malzeme, ekipman ve ilgili teknoloji ile nükleer çift kullanımlı malzeme, ekipman ve ilgili teknolojinin ihracatında uygulanacak esasları belirlemek üzere 13 Eylül 2007 tarihli ve 26642 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Nükleer ve Nükleer Çift Kullanımlı Eşyaların İhracatında İzne Esas Olacak Belgenin Verilmesine İlişkin Yönetmelik” yürürlüğe girmiştir.*

10.18 Türkiye’de Nükleer Maddeleri ve Nükleer Tesisleri İçeren Suçlara Uygulanan Yaptırımlar

Türkiye’de nükleer emniyete ilişkin suçlar ve bu suçlara uygulanan yaptırımlar, 26 Eylül 2004 tarihli ve 5237 sayılı “Türk Ceza Kanunu (TCK)” kapsamında düzenlenmektedir. TCK’de tanımlanmış suçlar ve bu suçlara uygulanan yaptırımlar aşağıda verilmektedir:

- Radyasyon Yayma

Madde 172 - (1) *Bir başkasını, sağlığını bozmak amacıyla ve bu amacı gerçekleştirmeye elverişli olacak surette, radyasyona tabi tutan kişi, üç yıldan on beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.*

(2) Birinci fıkradaki fiilin belirsiz sayıda kişilere karşı işlenmiş olması hâlinde, beş yıldan az olmamak üzere hapis cezasına hükmolunur.

(3) Bir başkasının hayatı, sağlığı veya malvarlığına önemli ölçüde zarar vermeye elverişli olacak biçimde radyasyon yayan veya atom çekirdeklerinin parçalanması sürecine etkide bulunan kişi, iki yıldan beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

(4) Radyasyon yayılmasına veya atom çekirdeklerinin parçalanması sürecine, bir laboratuvar veya tesisin işletilmesi sırasında gerekli dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırı olarak neden olan kişi, fiilin bir başkasının hayatı, sağlığı veya malvarlığına önemli ölçüde zarar vermeye elverişli olması hâlinde, altı aydan üç yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

- Atom Enerjisi ile Patlamaya Sebebiyet Verme

Madde 173 - (1) Atom enerjisini serbest bırakarak bir patlamaya ve bu suretle bir başkasının hayatı, sağlığı veya malvarlığı hakkında önemli ölçüde tehlikeye sebebiyet veren kişi, beş yıldan az olmamak üzere hapis cezası ile cezalandırılır.

(2) Yukarıdaki fıkra da tanımlanan fiilin taksirle işlenmesi hâlinde, iki yıldan beş yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

- Tehlikeli Maddelerin İzinsiz Olarak Bulundurulması veya El Değiştirmesi

Madde 174- (1) Yetkili makamlardan gerekli izni almaksızın, patlayıcı, yakıcı, aşındırıcı, yaralayıcı, boğucu, zehirleyici, sürekli hastalığa yol açıcı nükleer, radyoaktif, kimyasal, biyolojik maddeyi imal, ithal veya ihraç eden, ülke içinde bir yerden diğer bir yere nakleden, muhafaza eden, satan, satın alan veya işleyen kişi, dört yıldan sekiz yıla kadar hapis ve beşbin güne kadar adli para cezası ile cezalandırılır. Yetkili makamların izni olmaksızın, bu fıkra kapsamına giren maddeleri imal etmek, işlemek veya kullanmak amacıyla, gerekli olan malzeme ve teçhizatı ithal eden, ihraç eden, satışa arz eden, başkalarına veren, nakleden, depolayan, satın alan, kabul eden veya bulunduran kişi de aynı ceza ile cezalandırılır.

(2) Bu fiillerin suç işlemek için teşkil edilmiş bir örgütün faaliyeti çerçevesinde işlenmesi halinde, verilecek ceza bir kat artırılır.

(3) Önemsiz tür ve miktarda patlayıcı maddeyi satın alan, kabul eden veya bulunduran kişi hakkında, kullanılış amacı gözetilerek, bir yıla kadar hapis cezasına hükmolunur.

Ayrıca 7381 Sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu 05 Mart 2022 tarihinde kabul edilerek ve 08 Mart 2022 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu kanunla nükleer tesislerle ve nükleer maddelerle ilgili konular tek bir kanunda toplanmıştır. Nükleer ve radyolojik maddelerin kaçakçılığı ile ilgili olaylar ayrı bir suç oluşturmuyorsa bu kanun kapsamında değerlendirilecektir.

İlgili kanun incelendiğinde kaçakçılığı ile ilgili ceza maddelerinin bazıları **Tablo 10.4**'de özetlenerek çıkarılmıştır. Kanun kapsamında nükleer maddeleri içeren suçlarda belirtilen cezaların yanı sıra ayrıca adli para cezası da bulunmaktadır.

Tablo 10.4 7351 Sayılı Nükleer Düzenleme Kanunu Kapsamında Suçlar

1	Geçerli bir lisansa sahip olmaksızın işletme faaliyetini yürütenler	4-8 yıl
2	Radyasyon uygulamalarını geçerli bir lisansa sahip olmaksızın yürütenler	1-4 yıl
3	Nükleer tesis, radyasyon tesisi veya radyoaktif atık tesisleri geçerli bir izne sahip olmaksızın yürütenler	2-5 yıl
4	Bu maddeleri cebir, tehdit, hile ve yahut hukuka aykırı başka bir davranış ile elde eden kişiler	5-15 yıl
5	Maddelerin ve atıkların kaybolmasına, çalınmasına veya yetkisiz kişilerin eline geçmesine ihmâl göstererek veya dikkat ve özen yükümlülüğüne aykırı olarak neden olan kişiler	2-5 yıl
6	Radyoaktif atıkları veya kullanılmış yakıtları kasten Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisine sokan kişiler	5-10 yıl
7	Yetkisiz müdahalede bulunan, saldıran, zarar veren veya bunları sabote eden kişiler	5-15 yıl
8	Yazılımlara yetkisiz müdahalede bulunan, saldıran, zarar veren veya bunları sabote eden kişiler	3-10 yıl
9	Tesisleri cebir veya tehdit kullanarak ya da hukuka aykırı başka bir davranışla ele geçiren, zapt eden veya kontrolü altına alan kişiler	12-20 yıl
10	İmal eden, radyoaktif maddeleri bu amaçla bulunduran, kullanan, kullanımını yaygınlaştıran veya bunların ticaretini yapan kişiler	25-30 yıl

Türkiye’de nükleer reaktör tesisleri, nükleer yakıt çevrimi tesisleri ve nükleer araştırma merkezleri “Kamu ve Özel Sektör Tarafından Yapılacak Stratejik Önemi Haiz

Tesislerin Belirlenmesinde Uyulacak Esas ve Kriterler” kapsamında “Birinci Derece Önemdeki Tesisler” olarak sınıflandırılmaktadır.

30 Nisan 1983 tarihli ve 18033 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Askeri Yasak Bölgeler ve Güvenlik Bölgeleri Yönetmeliği’nde nükleer tesislerin coğrafi konum, yerleri ve projesi tespit edilirken Genelkurmay Başkanlığının askeri gereklilikler yönünden görüşlerinin alınmasına ilişkin hüküm de bulunmaktadır. Bu konuda Genelkurmay Başkanlığının olumlu görüşü alınmadan inşaat projeleri onaylanamaz ve uygulanmasına başlanamaz, başlanmış olanlar ise durdurulur.



11. NÜKLEER OLAYLARDA ULUSAL KARŞILIK VERME PLANI

11.1 Tehdit Değerlendirmesi

Nükleer emniyeti ihlal eden ya da meydana gelen olaylarda karşılıklı verme planında ilk adım ulusal boyutta tehdidin değerlendirilmesidir. Tehdit boyutunun değerlendirilmesinde nükleer emniyeti ihlal ve tehlikeye düşürecek karşıt güçteki kişi ya da grupların niyetleri, imkân ve kabiliyetleri göz önünde bulundurulur. Bununla birlikte ulusal ve uluslararası kurumlardan gelen rapor ve veriler analiz edilir.

Kritik maddelerin korunmasına yönelik gerçekleştirilebilecek eylemlere yönelik tehdit birleşenleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11.1 Nükleer ve Radyoaktif Maddeleri İçeren Nükleer Emniyet Olaylarında Tehdit Bileşenleri (UAEA, 2017)

KİM (Düşman)	NE (Madde)	NE ZAMAN / NASIL (Taktikler ve Hedefler)
1. Niyet 2. Yeterlilik a. Finansal b. Örgütsel c. Teknik 3. Geçmiş Olaylar a. Siyasi Eğilimler b. Bağlılık	1. Madde a. Çeşit b. Miktar c. Form 2. Maddeleri Elde Etme Yolları a. Hırsızlık b. Yasadışı Ticaret 3. Maddelerin Kullanım ve Depolama Yerleri	1. Cihaz Yapımı 2. Taşıma Güzergâhı 3. Amaçlanan Etki 4. Hile ve Santaj

Tehdit değerlendirme yapılırken nükleer tesis ve maddelerin emniyeti ile ilgili yasal mevzuatın ve düzenleyici çerçevenin oluşturulmasından sorumlu olan tüm kurumların müşterek katkıları ile yapılır. Bu sürece katkı verecek olan kurum ve kuruluşlar, nükleer düzenleyici istihbarat kurumları, İçişleri Bakanlığı, Dışişleri Bakanlığı, Adalet Bakanlığı, müdahale güçleri, gümrük ve sınır kontrol görevlileri, kolluk kuvvetleri ve askeri birimlerden oluşmaktadır.

Tablo 11.2 Nükleer Emniyet Olaylarında Tehdit Bileşenleri (Akdemir ve Lüle, 2022)

KİM (Düşman)	NEDEN (Motivasyon)	NE (Niyet)	NASIL (Taktikler ve Yeterlilik)
1. Dış Tehditler a. Teröristler b. Protestocular c. Suçlular 2. İç Tehdit	1. İdeolojik 2. Ekonomik 3. Politik 4. Kişisel	1. Nükleer Madde Hırsızlığı 2. Sabotaj	1.Sayı 2. Eğitim 3. Bilgi 4. Patlayıcı Ekipman a. Bombalı Araç b. Kişisel Patlayıcı 5. Tesise Ulaşım Yolları 6. İç Tehdit desteği

Emniyet tedbirleri, ilerleyen süreçte meydana gelen gelişmeler sonucu oluşabilecek yeni tehditlere göre zamana bağlı kalmaksızın güncellenir (UAEA, 2015).

11.2 Derecelendirme Yaklaşımı

Müdahale planı, emniyet olaylarına sebebiyet verecek mevcut tehditler ile meydana gelebilecek eylemlerin potansiyel sonuçları ile orantılı olacak şekilde hazırlanır. Derecelendirme yaklaşımı sayesinde doğabilecek tüm sonuçlara odaklamaktan ziyade kuvvet tasarrufu ve sıklet merkezi sağlayarak yüksek risk barındıran sorunlara odaklanılması sağlanır. Bu da zaman ve maliyet açısından kaynakların tasarruflu kullanılmasına imkân verecektir (UAEA, 2011,UAEA, 2015).

11.3 Tespit Etme Sistemi

Nükleer emniyet olayı meydana geldiğinde en doğru şekilde müdahale edilebilmesi için olayın ayrıntıları en kısa zamanda tespit edilmesi gerekir. İlk bilgiler tespit etme cihazları ve farklı kaynaklardan gelen bilgiler olmak üzere iki farklı şekilde olabilir.

Tespit etme cihazları nükleer bir emniyet olayını tespit etmek amacıyla kurulan özel yazılım ve donanıma sahip sistemlerdir. Cihazların ışıklı ve sesli olmak üzere iki şekilde uyarı sistemi mevcuttur. Ulusal tehdit değerlendirmesine göre cihazların konuşlandırılacağı yerler belirlenir. Örneğin, yapılan değerlendirmede nükleer ve radyoaktif maddelerin ülkeye sınır kapıları üzerinden girebileceği tehdit olarak belirlenmesi durumunda, ülkenin sınır kapılarına araç taramak için radyasyon mortol

monitörleri, ayrıca kişiler için radyasyon ölçüm cihazları ve dozimetreler temin edilir (Akdemir ve Lüle, 2022).

Hırsızlık ve sabotaj tehditlerine karşı nükleer madde depolarının ve nükleer tesislerin belirlenmiş noktalarına tespit etme cihazları konur. Nükleer tesisin dış sınırına ve tesis alanı içerisinde kritik alanlara detektörler yerleştirilmelidir. Korunan alanlara giriş çıkış imkânı sağlayan kapı, pencere ve havalandırma gibi yerlere dedektörler yerleştirmelidir. Ayrıca bu alanların giriş kapılarına, yetkisiz girişleri engellemek amacıyla parmak izi, retina taraması, şifreli giriş kartları ile geçilebilecek sistemler konulmalıdır. Tesisin dış sınırlarına ve iç bölgesine yeterli ışıklandırma vasıtaları ile birlikte kamera yerleştirilir. Görüntü kayıtlarının silinmesini önleyecek tedbirlerin alınması ile uzun süre arşivlenmesi sağlanır.

Nükleer emniyeti tehdit eden olayları belirlemek için farklı kaynaklardan da bilgi alınabilir. İstihbarat birimlerinden elde edilebilecek bilgiler. Uluslararası kurumlardan gelen istihbari bilgiler, nükleer sayımlarında tespit edilen eksiklik ve radyasyon yayılımını belirten sağlık raporlarından faydalanır. Elde edilen ve hassaslık içeren bilgiler sadece yetkili kişiler arasında paylaşılmalıdır (UAEA, 2011- 2013).

11.4 Nükleer Adli Bilim Çalışmaları

UAEA'nın belirlediği tanıma göre nükleer adli bilimler ele geçirilen nükleer ve diğer radyoaktif maddelerin veya radyonüklit bulaşmış kanıtların, nükleer emniyet ile ilgili ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler açısından incelenmesidir. Çalışmaların temel amacı ele geçirilen nükleer maddelerin üzerinde analizler yaparak kimyasal bileşimini, fiziksel durumunu ve yaşını tespit etmektir. Bunun sonucunda elde edilen veriler maddenin üretim yerini, tarihin ve yasadışı el değiştirdikten sonra kullanılan güzergâhı tespit etmek için kullanılır. Ayrıca çalışmaların sonucunda yeterli bilgi elde edilebilirse, ele geçirilen maddenin hangi amaçla kullanılacağı tespit edilebilir (UAEA, 2015).

Nükleer adli bilim, özellikle maddenin yasa dışı ticareti ile ilgili olaylara müdahale etmede önemli bir rol oynar. Kanıtların toplanması, analizi ve değerlendirilmesi bu bilimin kapsamındadır. Çalışmalar sırasında iki soruya cevap aranır. "Nükleer madde ne zaman ve nerede kontrolden çıktı?" soruları olayın net olarak açıklığa kavuşmasını sağlayacağı gibi meydana gelecek olaya da zamanında müdahale etme şansı verecektir. Analizler sonucu maddenin üretildiği ya da depolandığı tesisin

güvenlik açığı tespit edilerek gerekli tedbirlerin iyileştirilmesi sağlanır. Nükleer tesisin fiziki koruma tedbirleri güçlendirilir. Sayım ve kontrol işlemleri sıklaştırılır, sınır kapılarındaki güvenlik sisteminin eksikleri giderilir ve daha etkin kontrol için çalışmalar yapılır (Mayer, 2005).

11.5 Ulusal Nükleer Adli Bilim Kapasitesinin Geliştirilmesi

Nükleer adli bilimlerin altyapısını geliştirmek ülkelerin sorumluluğu altındadır. Adli bilim çalışmaları yürütülürken sorumlu kurumların görev ve sorumlulukları açıkça belirlenir. Durum değerlendirmesi yapılarak mevcut yeterliliği tespit edilir. Eksik hususlar diğer ülkelerden de destek alarak tamamlanır. Üniversitelerde nükleer fizik bölümleri, radyasyon koruma enstitüleri, nükleer yakıt çevrim tesisleri gibi birimler açılarak personelin uzmanlaşmasına önem verilir.

Nükleer bir olay meydana geldiğinde elde edilen maddelerin, kanıtların olay yerinden güvenli bir alana taşınması için özel araçların temin edilmesi gereklidir. Bu işlemlerin bir sistem dâhilinde kurallar içerisinde yapılması için düzenleyici hükümler belirlenmelidir.

Sözleşmeye taraf ülkeler kendi yetki sınırları içerisinde üretilen, kullanılan ve depolanan nükleer ve radyoaktif maddeler hakkında bilgilerin yer aldığı nükleer adli bilim kütüphanesi kurmalıdır. Bu kütüphanede nükleer ve radyoaktif maddelerin izotop çeşitleri, kimyasal ve fiziksel özellikleri gibi bilgilerin yer aldığı veri tabanı oluşturmalıdır. Bu sayede kontrol dışı radyoaktif veya nükleer madde tespit edilmesi durumunda eldeki bilgiler ile kütüphane bilgilerinin karşılaştırılması sağlanır ve o ülkeye ait bir madde olmadığı tespit edilmesine imkân verir. Kütüphanenin kurulması sözleşmeye taraf ülkelerin kendi sorumluluğu altındadır (UAEA, 2015).

11.6 Sınırlar Arası Yasadışı Ticaretini İçeren Olaylara Müdahale Yaklaşımı

Nükleer maddelerin kaçakçılığını içeren olaylarda nükleer maddenin terör örgütleri gibi kötü amaçlı grupların eline geçme ihtimali varken, radyolojik maddelerin radyolojik ışınla sebebiyle insan sağlığı ve çevreye karşı tehlike tehdidi bulunmaktadır (Coşar, 2017). Türkiye nükleer maddelerin kaçakçılığını önlemek amacıyla gümrük kapılarından geçen tüm insan, araç ve eşyaları radyolojik ışınmayı tespit eden cihazlardan geçirmektedir. Sistemden uyarı gelmesi ya da ihlal durumu ile ilgili istihbaratın gelmesi durumunda müdahale faaliyetleri işlemeye başlamaktadır.

Nükleer ve radyolojik maddelerin sınır kapılarında kaçakçılık olayına konu olması müdahale şekli aşağıda ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

1. İnsan, araç ve eşyanın sistemden geçişi sırasında radyasyon seviyesi belirlenmesi durumunda sistem ışıklı ya da sesli olarak alarm verir ve geçişler durdurulur. Alarm ile ilgili değerlendirme yapma üzere bu konu ile ilgili yetkilendirilmiş kişi gelir ve şüphelinin sistemden tekrar geçmesi sağlanır. Alarm sistemi herhangi bir ikaz vermezse yanlış alarm olarak nitelendirilir ve olay kayıt altına alınarak müdahale durdurulur ve normal faaliyetlere dönülür. Eğer sistem tekrar alarm verirse yayılan radyasyon miktarının doz değeri kayıt altına alınır. Gümrük muhafaza memuru durumu ve ölçülen radyasyon dozunun miktarını en kısa zamanda Kaçakçılık İstihbarat ve Narkotik Gümrük Muhafaza Birimine bildirir. Olaya ilk müdahale eden görevli müdahaleyi başlatan olarak adlandırılır.

2. Kaçakçılık İstihbarat ve Narkotik Gümrük Muhafaza Biriminin ilk müdahale ekibi konu ile ilgili ilk bildirim alır almaz ikazın verildiği yere giderek, sebep olan kişi, araç ve eşyayı insanlardan uzak bir yere sevkini sağlar. Şüphelilerin kaçmasına karşı önlem alır, nükleer madde kaçakçılığına konu olan eşyayı muhafaza altına alır, suç delillerinin bozulmasını ya da karartılması ihtimaline karşı her türlü emniyet tedbirini alır. Olay yeri gelmeleri için durumu ve olayı Emniyet, Jandarma veya Sahil Güvenlik Ekiplerinden yardım talep edebilir. Daha önce radyasyon olaylarına müdahale etmiş tecrübeli gümrük memuru olay yöneticisi olarak görev alır.

Muhafaza altına alınmış araç ya da eşyanın etrafı belirli bir mesafeden çevrilir ve yetkisiz kişilerin şüpheli cisme yaklaşımları önlenir. Araç klasik patlayıcı ile güçlendirilmiş radyoaktif madde (kirli bomba) olma ihtimaline karşı X-ışını radyografi cihazı ile kontrol edilir. Yasadışı nükleer maddeyi taşıyan insan ise gerekli kontrol yapıldıktan sonra uygun bir odaya alınması gerekir.

3. Müdahale eden görevlilerce maddenin yerinin tespit edilmesi ve radyasyon miktarını tam olarak ölçülmesi için taşınabilir radyasyon cihazları ile ölçülen miktar belirlenir ve kayıt altına alınır. Müdahale ekipleri tarafından eşyanın ya da aracın tüm bölümleri ve yüzeyleri cihaza kontrol edilerek doz ölçümü yapılır ve “radyasyon karakterizasyon haritası” hazırlanır. Radyasyon Alarm Bildirim Formu ile birlikte TENMAK’a gönderilir. Kurumun konu ile ilgili değerlendirme raporu en kısa sürede olayın gerçekleştiği gümrük müdürlüğüne gönderilir.

4. Radyasyon dozu nesneden 1 m uzaklıkta 0,1 mSv/h ve daha fazlasının ölçülmesi, nötron radyasyonu yayılımının tespit edilmesi ya da radyoaktif maddeden şüphelenilmesi durumunda TENMAK'ın kararı ile birlikte Radyasyon Acil Durum Müdahale Planı devreye sokulur. En kısa zamanda durum İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezine bildirilir ve müdahale ekibi gelinceye kadar olay yeri emniyet altına alınır. Bu alana yetkisiz kişilerin girmesine izin verilmez. Bu sırada radyasyona maruz kalındığı şüphe edilen kişiler en kısa zamanda sağlık kuruluşuna sevk edilir (Urap, 2017).

5. Konu ile ilgili tüm bilgiler olaya müdahale eden kolluk personeli tarafından Cumhuriyet Savcısına bildirilir ve adli soruşturma açılır. Olayın soruşturma aşamasında adli bilim çalışmalarına da ihtiyaç duyulur.

6. Kolluk birimlerini Olay Yeri İnceleme Ekipleri tarafından klasik adli bilimler çerçevesinde parmak izi ve DNA gibi kanıtlar aranır. Nükleer adli bilimlerle ilgili delillerin toplanması konusunda uzman personel desteği için TENMAK'tan görevli talebinde bulunulur. Uzman personelin olay yerine gelinememesi durumunda uzaktan erişim sağlanarak kolluk personelin delilleri toplaması sağlanır.

7. Toplanan delillerin bozulmaması için ve ele geçirilen malzemelerin ise emniyetli bir şekilde muhafaza edilmesi önem arz etmektedir. Kanıtlar ile ele geçirilen madde Nükleer Araştırma Merkezine, adli bilim kanıtları ise kriminal laboratuvarlara gönderilir.

8. Madde ile ilgili analiz raporları sonuçlandıktan sonra TENMAK tarafından yetkilendirilmiş kişi vasıtasıyla Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanına bilgi girişi yapılmak üzere gönderilir. Ayrıca olay niteliği bakımından uluslararası önem arz ediyor ise Emniyet Genel Müdürlüğü tarafından INTERPOL ile koordine kurulur. Konu ile ilgili diğer ülkelerden yardım talebi Dışişleri Bakanlığı tarafından yerine getirilir.

9. Nükleer ve radyasyon içeren maddelerin kaçakçılığı her zaman ulusal basının ilgisini çekmektedir. Bu sebeple basına verilecek bilgilerin gizlilik prensibi de dikkate alınarak doğru şekilde ve zamanlı olarak paylaşımı yapılır. Verilecek bilgiler soruşturmanın gizliliği açısından sorumlu gümrük görevlilerince veya TENMAK yetkilisi tarafından yapılması yerinde olacaktır.

10. Nükleer adli bilimlerin çalışmaları sonucu elde edilen bilgiler nükleer adli bilim kütüphanesine girişi yapılır. Bu bilgiler nükleer ya da radyoaktif maddenin üretildiği yer ve zaman gibi analiz sonucu elde edilen verilerden oluşur. Analizi yapan

11.7 Ülke Sınırları İçerisinde Yetkisiz Hareketlerine Müdahale Yaklaşımı

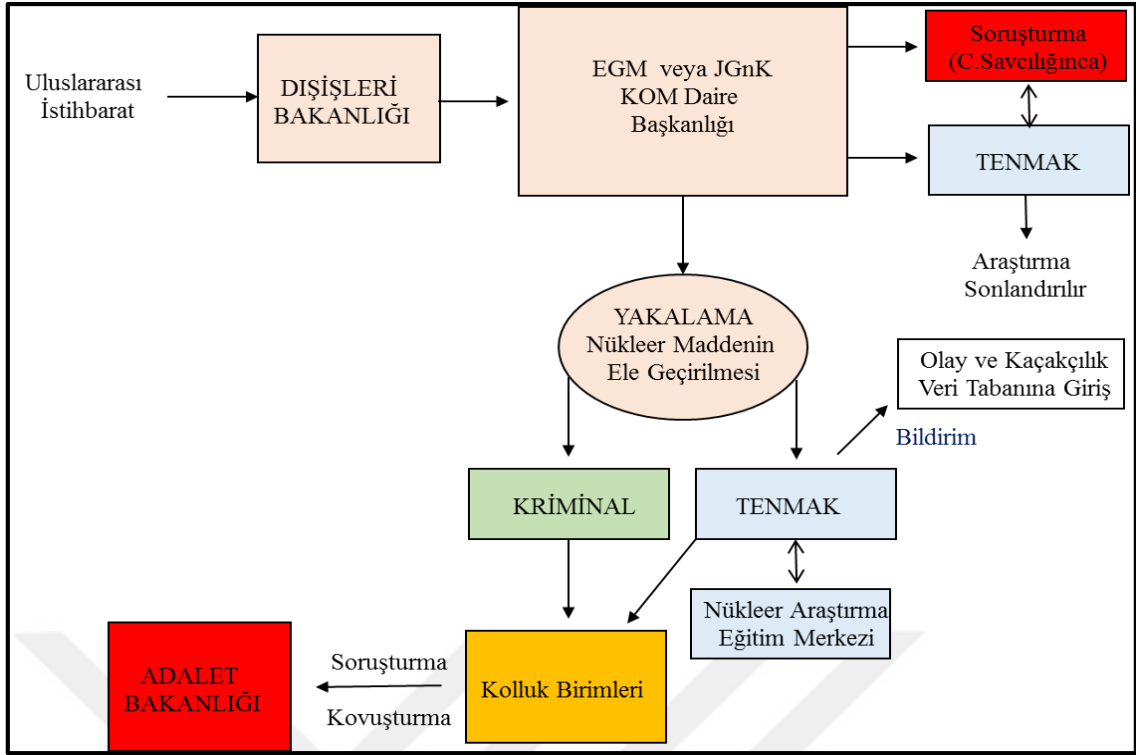
Kaçakçılığı konu olan ve Türkiye'ye getirilen nükleer maddeler, terör örgütleri tarafından yüksek ücretlere alınabileceği için yasadışı yollarla alınıp satılabilir. Nükleer ve radyolojik maddelerin kaçakçılığı ile ilişkin bilgiler yapılan istihbarat çalışmaları sonucu olabileceği gibi uluslararası kurum ve kuruluşlardan gelen bilgilerden elde edilebilir. Dış ülkelerden gelen istihbarat bilgileri öncelikli olarak Dışişleri Bakanlığına oradan İçişleri Bakanlığı ve Milli İstihbarat Teşkilatına iletilir. İçişleri Bakanlığı konuyu Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı KOM Daire başkanlığına gönderir ve başkanlıkların ilgili birimlerince konu hakkında TENMAK ile koordinasyon kurulur ve görüşüne sunulur.

Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezinde bulunan nükleer emniyet uzmanlarının da görüşü alınarak konu eldeki bilgi ve belgeler ile Cumhuriyet Başsavcılığına iletilir ve adli soruşturma süreci başlatılmış olur.

Olayın niteliği ve tehlike boyutu göz önünde bulundurularak kolluk birimlerince icra edilen operasyon ile nükleer maddenin ele geçirilmesi sağlanır. Olayın soruşturmasında klasik adli ve nükleer adli bilimlerden istifade edilir. Nükleer adli bilimlerin çalışılması için TENMAK'tan personel görevlendirilir. Adli bilimler açısından klasik inceleme kolluk birimleri tarafından yapılır.

Ele geçirilen madde analiz edilmesi maksadıyla Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezine gönderilir. Diğer kanıtlar değerlendirilmek üzere kolluk tarafından kriminal laboratuvara sevk edilir. Analizlerin sonuçlarına göre nükleer madde kaçakçılık olayını gerçekleştiren kişi ya da kişilerin soruşturma ve kovuşturma süreci başlatılır.

Nükleer maddenin bir yerden başka bir yere taşınması sırasında gerekli emniyet tedbirlerini almaktan kolluk birimleri sorumludur. Taşıma konusunda gerekli yardım TENMAK tarafından Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığından yardım talep edilir. Nakil sırasında gerekli düzenlemelerin yapılmasından ve kurumlar arası koordinasyonu sağlamaktan TENMAK sorumludur. Ayrıca olay hakkında Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanına bilgi girişleri yapılır.



Şekil 11.2 Nükleer Maddelerin Ülke Sınırları İçerisinde Yetkisiz Hareketlerini İçeren Olaylara Müdahale Yaklaşımı (Coşar, 2017)

11.8 Nükleer Tesisten Çalınması veya Kaybolmasına Müdahale Yaklaşımı

Nükleer madde sayım ve kontrol işlemi sonucu Sayılamayan Madde Miktarı Oranı sıfıra yakın olarak çıkmadığında, nükleer maddenin saklandığı depoların mühürlerinin kırıldığı tespit edildiğinde, fiziki koruma sistemini alarm vermesi durumunda, tesisteki kameraların arıza yapması halinde, giriş ve çıkış kontrol sistemlerinde anormallik olduğu durumlarda, nükleer ya da radyolojik maddelerin tesisten veya depolandığı yerden çalındığı, kaybolduğu ve yetkisiz kişilerin eline geçtiği olasılığı ortaya çıktığında hassas maddeler süratle kontrol edilir ve eylemin netliği ortaya çıkarılır. Eğer maddenin kaybolması, çalınması ve yetkisiz kişilerce yer değiştirdiği madde bulunduğu takdirde yetkilendirilen kişi durumu derhal Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezine bildirir.

Olayın araştırılmasında, nükleer maddenin kaybolduğu ya da çalındığı tespit edilmesi sonrası ilgili nükleer madde ile ilgili tesiste yapılacak araştırmalar haftalar süren bir zamana yayılabilir. Nükleer maddenin çalınması Fiziki Koruma Sistemleri tarafından tespit edilememesi sebebiyle olabileceği gibi iç tehditten de kaynaklanabilir.

Bu süreç içerisinde yetkilendirilen kişi tarafından ilgili maddenin sınıfı ve miktarı, fiziksel ve kimyasal hali, bulunduğu yer ve saklama kabı ile ilgili acil durum fiziksel

envanter bilgileri tespit edilir. Yetkilendirilen kişi ayrıca tesiste işletme ve sayım kayıtlarını kontrol ederek geçmiş dönemlerde benzer bir olayın tespitine çalışır. Özellikle tesis çalışanları ile yapılacak mülakatlar olayın meydana geldiği zamanın net olarak belirlenmesine yardımcı olur.

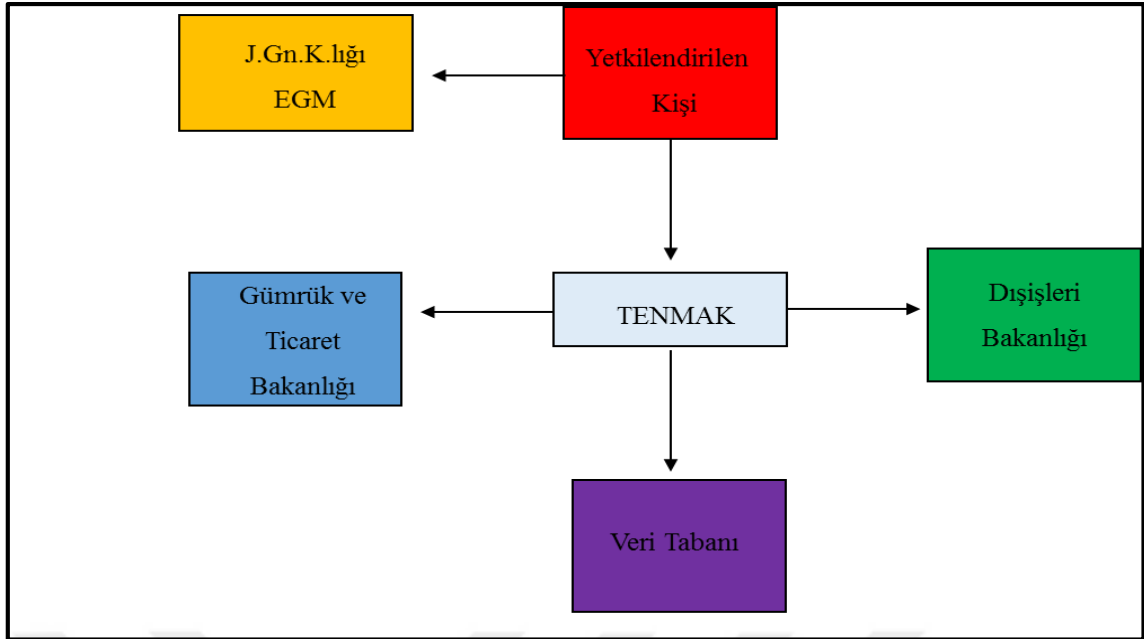
Eğer tüm aramalara rağmen kayıp madde bulunmazsa olay en kısa sürede Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezine, Emniyet Genel Müdürlüğüne ve Jandarma Genel Komutanlığına bildirilir.

Nükleer maddenin bulunması veya kaybolması olayı ile ilgili olarak kolluk birimlerince kamera kayıtları incelenir, diğer yandan özellikle nükleer maddeye erişim hakkı olan personel sorgulanır.

Yetkilendirilen kişi meydana gelen olası hırsızlık olayı ilgili detaylı raporu 3 gün içerisinde TENMAK'a bildirmek zorundadır. Raporda;

- Hırsızlık konusu nükleer maddenin kayıt bilgilerini,
- Olay öğrenildikten sonra yapılan faaliyetler ve devam eden müdahale planı,
- Olayın nasıl gerçekleştiği ve nedeni,
- Uygulanan düzeltici tedbirler gibi bilgiler sunulur.

Yapılan bildirim üzerine TENMAK'ın olaya müdahale şekli, nükleer maddenin özelliklerine, miktarına ve yetkilendirilen kişi tarafından yürütülen soruşturmaya göre şekillenir. Diğer kurumlara ile koordine kurulması TENMAK tarafından yapılacaktır. Olayın değerlendirmesi TENMAK'ın görevlendirdiği sayım ve kontrol denetçileri tarafından tesis kayıtları kontrol edilir. Tespit edilen eksik hususlar en kısa zamanda düzeltilmesi sağlanır. Ayrıca yine TENMAK tarafından maddenin ülke dışına çıkma ihtimaline karşı Dışişleri Bakanlığına bilgi verilir ve diğer ülkelerin uyarılması istenir. Olay ve Kaçakçılık Veri Tabanına bilgi girişi yapılır.



Şekil 11.3 Nükleer Maddelerin Tesislerden Çalınması Durumunda Kurumlar Arası Koordinasyon (Coşar, 2017)

11.9 Türkiye’den Transit Geçişlerinde Müdahale Yaklaşımı

Ülkemiz nükleer madde kaçakçılığı yönünden transit geçiş ülkesi olarak değerlendirilmektedir. Bu maddelerin Türkiye üzerinden hedef farklı bir ülkeye geçişlerinde meydana gelebilecek olaylara müdahale etmek için “Nükleer Maddelerin Türkiye Cumhuriyeti Hudutlarından Transit Geçiş Değerlendirme İşlemleri Yönergesi” hazırlanmıştır. Bu yönergede bulunan olay senaryolarında karayolu ve ulusal bir liman üzerinden deniz yoluyla geçiş yapabileceği varsayımı yapılmıştır.

Nükleer madde taşıyan bir vasıtanın ülkemiz sınırları içerisinde geçiş yapacağı zaman öncesinde gönderici ülkenin Dışişleri Bakanlığı tarafından nota ile Dışişleri Bakanlığına bildirim yapılır. Dışişleri Bakanlığı tarafından geçiş ile ilgili siyasi değerlendirme yaparak kabul edilmesi durumunda geçiş bilgilerini TENMAK ve Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığına iletir. TENMAK tarafından geçişle ilgili nükleer güvenlik açısından şartlarda bir olumsuzluk yoksa geçiş olumlu görüş bildirilir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda geçişin olumlu görülmesi ile birlikte Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından karayolu ile geçiş olacak ise Gümrük ve Ticaret Bakanlığına ve İçişleri Bakanlığına, deniz yolu ile geçiş olacak ise Deniz yoluyla geçişte İçişleri Bakanlığına haber verilir.

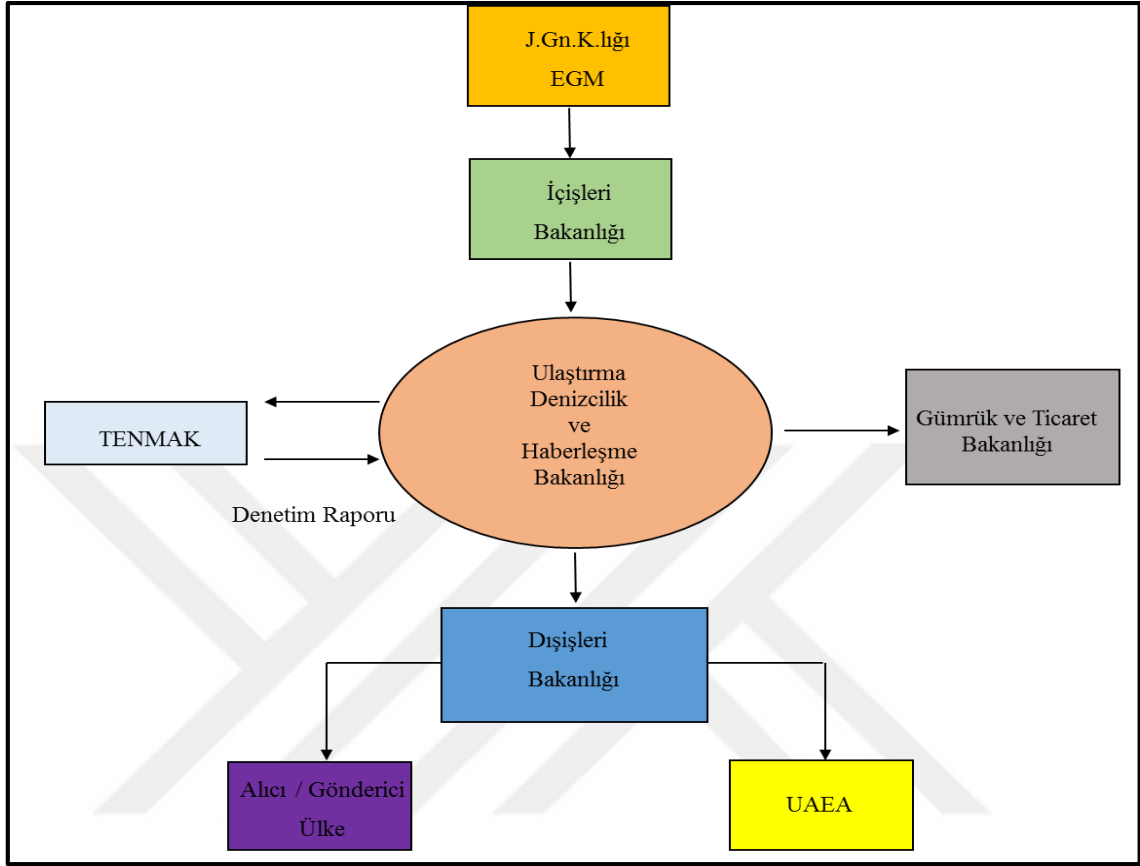
Gümrük ve Ticaret Bakanlığı tarafından ülkeye giriş yaptığı gümrük kapısında Araç Takip Sistemi takılır. Bunun maksadı aracın belirlenen güzergâhın dışına çıkmasını önlemek ve planlanan dinlenme noktalarına uyulmasını sağlamaktır. Takip sistemi sayesinde aracın bir noktada uzun süre beklemesini ve planlanan güzergâhta bir olumsuzluk anlaşıldığı an en kısa zamanda müdahale etmektir. Ayrıca araca kolluk birimleri tarafından nezaret edilir. Kolluk birimlerinin en kıdemli personeli müdahale yapmaya yetkili personel olarak atanır.

Herhangi bir nükleer olay vukuu bulunduğu ya da şüphe durumu meydana geldiğinde koruma ve kolluk görevlilerine yapılacak faaliyetler ile ilgi tavsiyede bulunmak taşımayı yapan kişilerin görevidir. Acil bir durumda İl Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezinden derhal yardım talep edilir. Bu görev daha önce belirtildiği gibi vasıtaya nezaret eden kolluğun kıdemli personeli yani müdahale görevlisidir.

Nükleer maddenin taşındığı vasıtaya yönelik bir saldırı durumunda olay İçişleri Bakanlığına bildirilir. Saldırının hangi amaçla yapıldığı, saldırganlar ile ilgili bilgiler, sahip olduğu silahlar, olayın yeri, vasıtanın ve nükleer maddenin durumu, karşı müdahalenin nasıl olduğu ve radyolojik bir tehlike olup olmadığı hususları bildiriminde yer alır. İçişleri Bakanlığına ulaşan bu bilgiler en seri şekilde Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığına iletilir.

Diğer kurumlar ile ilgili bilgi paylaşımı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı tarafından yapılır. Bu kurumlar; Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi, gönderici ülkeye bildirilmek üzere Dışişleri Bakanlığına, Gümrük ve Ticaret Bakanlığına ve TENMAK'e bildirilir. TENMAK yetkililerince olay değerlendirilerek, nükleer maddenin güvenliği ve emniyetin sağlanması için tavsiyelerde bulunulur. Olay sonucunda herhangi bir radyolojik tehlike bulunmadığı anlaşıldığında, kolluk ve koruma birimleri tarafından müdahale bitirildikten sonra nükleer maddeyi taşıyan vasıta TENMAK'in uygun göreceği güvenli bir alana çekilir. TENMAK'in görevlendirdiği nükleer güvenlik ve emniyet uzmanlarından oluşan uzman bir ekip tarafından fiziki koruma tedbirleri ve nükleer maddenin taşın durumu kontrol edilir. Herhangi bir olumsuzluk olmadığı anlaşılması üzerine duruma ilişkin bir rapor hazırlanır. Bu raporlar, nükleer maddenin yola devam etmesi ya da gönderici ülkeye geri gönderme değerlendirmesi yapılması için Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığına iletilir. Raporlar ile ilgili nihai karar Dışişleri Bakanlığı ile müşterek olarak verilir.

Olay hakkında Dışişleri Bakanlığı tarafından UAEA'ya, olaydan etkilenen gönderici ve alıcı ülkelere bildirim yapılır. Konuya ilişkin adli soruşturma Adalet Bakanlığınca gerçekleştirilir.



Şekil 11.4 Transit Geçişinde Meydana Gelebilecek Olaylara Müdahalede Kurumlar Arası Koordinasyon (Coşar, 2017)

12. SONUÇ ve ÖNERİLER

ABD'nin gizli çalışmaları sonucu geliştirilen atom bombasının 6 ve 9 Ağustos 1945 tarihlerinde Japonya'da kullanılması ve bunun sonucunda oluşan felaketin etkileri dünya kamuoyunda büyük bir endişe yaratmıştır. Binlerce insanın ölümüne sebep olan o zamanın yeni teknolojisi diğer ülkelerin de ilgisini çekmiştir. O süreçte devletler, birbirlerine üstünlük sağlamak, caydırıcı bir güce ve diğer ülkeler üzerinde prestij sahibi olmak maksadıyla nükleer teknoloji alanında çalışmalara başlamıştır. Bu çalışmaların neticesinde binlerce nükleer silah üretildiği gibi potansiyel bir tehlikenin diğer bir değişle nükleer savaş olasılığının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

1968 yılında kadar devam eden bu yarışın dünya geneline yayılmasını önlemek ve kontrolsüz güç haline gelmesini engellemek fakat aynı zamanda barışçıl amaçlar için kullanımın önünü açmak için hazırlanan Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (NPT) devletlerin onayına açılmıştır. Nükleer silah teknolojisine sahip olan ülkeler tarafından hazırlanan antlaşma 1970 yılında yürürlüğe girmiş ve 1995 yılında ise süresiz olarak uzatılmıştır. Bugün Hindistan, Pakistan, İsrail ve 2007 yılında antlaşmadan ayrılan Kuzey Kore dışında kalan tüm devletler tarafından onaylanmıştır.

Nükleer enerji ilk etapta etkili bir silah yapmak için düşünülse de enerji üretimine yönelik çalışmalarda yapılmış ve 1957 yılında ilk nükleer enerji santrali ABD'de kurulmuştur. Zaman içerisinde hızla çoğalan nükleer enerji santralleri 1970'lerde ortaya çıkan petrol kriziyle alternatif kaynak olarak çok fazla ilgi çekmiştir. 1987 yılında Çernobil'de meydana gelen patlama ve meydana getirdiği çevresel zararlar nükleer enerji santrallerine karşı olumlu bakışı tamamen tersine çevirmiştir. 11 Mart 2011 Fukuşima nükleer reaktöründe meydana gelen nükleer sızıntı Almanya, İtalya ve İsviçre gibi Avrupa Devletlerinin nükleer santralleri kademeleri olarak kapatmayı planlamasının gerekçesi olmuştur.

Devletlerin temel hedeflerinden biride enerji maliyetlerini en aza indirmektir. Bunun için ülkeler devamlı olarak araştırma içerisinde. Maliyetler kadar diğer etkili faktörlerden biride enerji arz güvenliğidir. Alternatif enerji kaynakları çevresel koşullardan aşırı derecede olumsuz olarak etkilendiğinden dolayı nükleer enerji zaman zaman olumsuz görüşe sahip olsa da her zaman alternatif enerji kaynaklarından biri olmaya devam edecektir. Farklı açıdan ifade etmek gerekirse, fosil kaynakların yakın

gelecekte tükeneceği alternatif kaynakların tam randımanlı olarak çalışılmadığı düşünüldüğünde nükleer enerjiye yönelim kaçınılmaz gözükmektedir.

Ülkemizde de enerjiye bakış açısı diğer devletlerde olduğu gibi en az maliyetle enerji arz güvenliği sağlamaktır. Türkiye'nin artan enerji ihtiyacı %7-8 aralığındadır. Bu sonuçla ülkemiz Çin'den sonra Dünya'da ikinci sırada bulunmaktadır. Artan enerji ihtiyacının karşılama için ülkemiz enerji çeşitliliğinin artırılması, enerji hammaddelerinde dışa bağımlılığın azaltılması, petrol ve doğalgaz gibi stratejik depolama tesislerinin kurulması yönünde yoğun çalışma içerisine girmiştir. Bunun için Türkiye'nin enerji politikası yeniden belirlenmiştir. Her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılayabilme, enerji arz güvenliğini sağlama, enerji portföyünü genişletme politikasının ana hedeflerini oluşturmuştur. Artan nüfus ve kentleşmeye bağlı olarak enerji ihtiyacını güvenli bir şekilde karşılamının en kestirme yolu nükleer enerjidir. Bu sebeple nükleer enerji santralini kurmak zorunlu bir seçenek haline almıştır.

Türkiye nükleer enerjiye karşı ilgisi 1960 yılına kadar dayanmaktadır. Bu konularda çeşitli girişimlerde bulunmasına rağmen ülkede meydana gelen siyasi istikrarsızlık ve özellikle batılı ülkelerin göstermiş olduğu üstü kapalı engellemeler sebebiyle nükleer enerji alanında ileriye dönük adım atılamamıştır.

Her enerji kaynağında olduğu gibi nükleer enerjinin de avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu etkenler toplum ve devlet ihtiyaçları ve hassasiyetlerine göre değişkenlik göstermektedir. Nükleer enerji santrallerinin en önemli avantajları arasında, teknolojinin kuruluma hazır olması ve istenilen yere kolaylıkla kurulmasıdır. Fosil kaynaklara göre çevreyi çok daha az oranda kirletmektedir. Dezavantajlarını incelediğimizde ise en önemlileri arasında santrallerin kurulumu ve sökümünün maliyetinin çok yüksek olması ve bunun yanı sıra doğal afetlere karşı ciddi oranda risk taşımasıdır. Bu olumsuzlukların yanı sıra birçok terör örgütünün hedefinde olan Türkiye yakın zamanda faaliyete geçecek olan Akkuyu Nükleer Enerji Santralinin güvenliğinin yanı sıra nükleer maddelerin taşınması, depolanması ve reaktör atıklarının emniyetinin sağlanması için ayrıca yoğun çaba sarf edecektir.

Nükleer teknoloji konusunda herhangi bir deneyimi ve altyapısı olmayan ülkemiz teknoloji transferi yapmak zorunda kalmıştır. İç ve dış engellemelerin eşliğinde yapılan uzun araştırmaların sonucunda Rusya Federasyonunun geliştirdiği 3'üncü nesil reaktör WWER seçilmiştir. Türkiye ve Rusya Federasyonu arasında nükleer enerji tesisi yapımı

için anlaşma 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmış, 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM tarafından onaylanmış ve 6 Ekim 2010 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Ayrıca bu anlaşmaya yönelik olarak Akkuyu bölgesinde yapılacak WWER 1200 tipi 4 adet reaktör inşasının için 13 Aralık 2010 tarihinde Akkuyu Nükleer A.Ş. kurulmuştur. Bu şirket % 100 Rus sermayesi olarak kurulmasına rağmen Türkiye Cumhuriyetinin kanunlarına tabiidir. Tek kalemde ülke tarihinin en büyük yatırımı olan projenin inşaatında % 80'nin Türk vatandaşlarından oluşan 25.000 kişilik ekip çalışmaktadır. Rusya'nın nükleer teknoloji konusunda 1950'lili yıllara varan tecrübesi, kurulacak olan reaktör tiplerinin bir defa yakıt yüklemesi yapıldığında 2 yıl çalışabilmesi, yılda sadece 5 gün bakım ihtiyacı duyması, acil durumlarda 24 saat içerisinde tamamen kapanabilme özelliğine sahip olması ve atık yakıtın tekrar Rusya tarafından geri alınacak olması bu ülkenin seçilmesinde önemli rol oynamıştır.

Nükleer enerji santrallerinin en önemli problem sahalarından bir tanesi de nükleer atıklardır. Meydana gelen atıkların büyük bir kısmı günümüz teknolojisi vasıtasıyla tekrar yakıt olarak kullanılabilse de mutlaka bir miktar atık meydana gelmektedir. Radyoaktif atık maddelerin kaynakları nükleer enerji santrallerinden olabileceği gibi nükleer atıkların yeniden kullanılması için oluşturulan tesislerden, nükleer araştırma merkezlerinden, hastane ve laboratuvar yapılan işlemlerin sonucunda meydana gelir. Oluşan nükleer atıkların çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanması önemli hususların başında gelir.

Günümüzde gelişen teknolojiye rağmen nükleer atık miktarı her geçen gün artmaktadır. Finlandiya hariç hiçbir ülke daimi depolama tesisi yapamamıştır.

Nükleer enerji santrallerinde yakıt olarak kullanılan uranyumun reaksiyonları sonucu neptün, amerikyum, küriyum gibi uranyum ötesi elementler ortaya çıkar. Meydana gelen bu atıklar düşük, orta ve yüksek yoğunluklu radyasyon içermektedir. Düşük yoğunluklu radyasyon içeren atıklar bütün atıkların büyük çoğunluğunu oluştururken yüksek yoğunluklu radyasyon içeren atıklar ise çok az kısmını oluşturmakla beraber ciddi oranda ve uzun yıllar alacak radyasyon salınımına sahiptir. Yüksek yoğunluklu atıklar bu özelliklerinden dolayı terör örgütlerinin hedefindedir.

Uzmanlar tarafından nükleer atık miktarını azaltmak maksadıyla eski model nükleer enerji santrallerinin modernleştirilmesi ile birlikte çok daha az nükleer atıkların ortaya çıkacağı değerlendirilmektedir. Nükleer reaktörlerde toryum elementin kullanılması için yoğun çaba sarf edilse de günümüzde toryum hala uranyum yakıtı ile

birlikte kullanılabilir. Toryumun tek başına kullanılabilmesi halinde nükleer atıkların silah olarak kullanılabilme özelliği kalmayacaktır.

Bir rejimin unsurları genel olarak prensipler, normlar, karar alma mekanizmaları kurumlar şeklinde sıralanmaktadır fakat NPT’de normlar en son olarak oluşmuştur. Bunun sebebi ala günümüzde ülkeden ülkeye terörizmin tanımının değişmesi ve nükleer emniyet rejiminin kuralları sadece tek bir hukuki araçta toplanmış olmasından kaynaklanmaktadır. Rejimin ana omurgasını oluşturan Fiziki Koruma Sözleşmesi ve 2005 ve 2016 yıllarında oluşturulan değişiklikler oluşturur.

Nükleer maddelerin depolanması, taşınması ve kullanım esasları 29 Temmuz 1959 yılında kurulan UAEA tarafından yürütülür. UAEA nükleer güvenliğini ihlali olaylarını potansiyel tehlike ve gerçek suçlu olaylar olarak tanımlamıştır. Yasalarla oluşturulmuş yetkili kurum ve kuruluşların görev ve sorumluluklarının belirlenmesi ve aynı zamanda birden fazla kurumu ilgilendiren konular olacağından etkili bir koordinasyon kurumunu görevlendirmek ya da düzenlemek mutlak bir gerekliliktir.

Nükleer silahların terör örgütlerinin eline geçmesi ya da üretebilecek imkâna sahip olmaları durumunda yapabilecekleri eylem etkisi kadar nükleer tesislere düzenlenecek saldırı da sonuç olarak aynı felakete yol açacaktır. Saldırı sonrası oluşabilecek radyoaktif sızıntının hava, su ve toprağa karışması durumunda telafisi uzun yıllar alacak çevresel bir felakete dönüşecektir. Örneğin Çernobil nükleer santralinde kaza sonucunda meydana gelen patlamanın ardından oluşan radyoaktif sızıntının etkileri 2000 km mesafedeki alanları dahi etkilemiştir.

11 Eylül 2001 tarihinde meydana gelen terör saldırısı nükleer tesis ve depolama yerlerine yönelik potansiyel eylem olasılığını ortaya çıkarmıştır. Bu durum dünya genelinde nükleer tesislerin güvenliğinin sorgulanmasına sebep olmuştur. Nükleer tesislere yönelik yalnızca saldırı olasılığını düşünmek tehlikeyi dar açıdan değerlendirmeye sebep olacaktır. Sızma girişimleri, nükleer silah parçalarının hırsızlık olaylarına konu olması, nükleer maddelerin kaçakçılığı ve uzman personelin kaçırılması nükleer güvenliği tehlikeye düşürecek olayların başında gelir. Bu tür olaylarla mücadele ancak uluslararası boyutta, tüm devletlerin koordineli ve ortak hareket etmesi ile olacaktır.

Nükleer maddelerin depolanması ve taşınması sırasında alınacak pasif emniyet tedbirlerinin yanı sıra aktif olarak uygun silah sistemleri ile donatılması caydırıcılık

açısından yerinde olacaktır. Tesislerin dışı karşı alınacak emniyet tedbirlerinin yanı sıra içe yönelik tedbirlerde önem arz etmektedir. Tesis çalışanların güvenlik soruşturmalarının yanı sıra mutlaka sıkı şekilde takip ve kontrolü yapılmalıdır. Çalışanların sosyal medya üzerinden yapacağı paylaşımlar dahi ciddi seviyede güvenlik zafiyetleri yaratabilir. Tesislerin sayısal sistem ağları kesinlikle internet ile erişimi olmamalıdır. Personelin belli standartlarda görevlerini yürütmesi için Uluslararası Nükleer Emniyet Eğitim Ağından azami derecede istifade edilmesi gerekir. Tesisin güvenliğini sağlayan birimlerin diğer kamu kurum ve kuruluşları ile tam bir koordine içerisinde olmalıdır. Bölgede yaşayan kişilerin sivil savunma konularında bilgilendirilmesi önemli hususlar arasındadır.

Doğada bulunan uranyum direk olarak nükleer reaktörlerde yakıt olarak kullanılamaz. Bunun için bazı kimyasal yöntemler ile ayrıştırılır ve fiziksel yöntemler ile zenginleştirilir. Uranyum zenginleştirme işlemleri santrifüjlerle yapılmaktadır. Dünya üzerinde bu işlemi yapabilen 13 adet tesis bulunmaktadır. Enerji üretmek maksadıyla % 3-5 arası oran yeterli olurken nükleer bir silah için zenginleştirme oranı en az % 90 ve üzeri olması gerekir. İki oran için aynı yöntemler kullanılmakla beraber aralarındaki tek fark zamandır.

Uranyum reaksiyonlarında ^{235}U gibi parçalanma özelliği gösteren plütonyum aslında reaktörlerde meydana gelen bir atık türüdür. Reaktör içerisinde meydana gelen reaksiyonlar sonucu ^{238}U izotopunun bir nötron kazanması sonucu oluşur. Başlı başına nükleer yakıt olarak ta değerlendirilebilir. Zenginleştirmeye ihtiyaç duymadığı için nükleer silah yapımında rahatlıkla kullanılabilir. Ortalama 1000 megawatt gücündeki bir nükleer enerji santralinden bir yıllık süre içerisinde ortalama 6 ile 10 nükleer silah başlığı üretebilecek plütonyum meydana gelebilir. Nükleer silaha sahip olmak için çaba sarf eden devlet ve devlet dışı aktörler zenginleştirmiş uranyumu ya da plütonyumu nükleer kaçakçılık vasıtası dışında ancak bir nükleer teknolojiye sahip bir devletin yardımı ile sağlayabilir.

Reaktör reaksiyonları sonucu atık olarak ortaya çıkan Sezyum-137, Kobalt-60 ve İridyum-194 gibi radyasyon içeren maddeler klasik patlayıcılar ile birlikte kullanılabilir. Kirli bomba olarak tabir edilen bu silah türü insanlar üzerinde yaratacağı zayıatın yanında uzun zaman etkili olabilecek çevresel sorunlar meydana getireceği değerlendirilmektedir. Örneğin 1987 yılında Brezilya'nın Ganiye şehrinde Sezyum-137 kullanılarak yapılan eylem sonucunda 4 kişi hayatını kaybetmiş, 120 kişi yaralanmış ve 200 evin bölgeden

tahliyesi yapılmıştır. Bölgenin radyoaktif maddeden arınması için yüzlerce insanın yapmış olduğu çalışmalar sonucu 3500 m³ radyoaktif atık tespit edilmiştir.

Nükleer teknolojiye sahip bir ülkede meydana gelebilecek politik çatışmalar sonucu doğacak otorite boşluğu bu silahların terör örgütlerinin eline geçmesini sağlayacak uygun ortam yaratabilir. Nitekim SSCB'nin dağılması ile oluşan otorite boşluğu geniş alana yayılmış olan nükleer madde depolama tesislerini, silah üretim fabrikalarını, araştırma reaktörlerini ve enerji santrallerini yetkisiz kişilerin erişimine açılmasına sebep olmuştur.

İlk etapta kaçakçılık konuları para kazanmak amacıyla hareket eden amatör hırsızlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu kişilerin eline geçirdikleri malzemeleri satmaya çalışırken çoğu zaman karşılıklarına alıcı kılığında girmiş polisler çıkmıştır. 1998 yılından itibaren kaçakçılık vakaları kar amacı güden organize suç örgütleri tarafından yapıldığı tespit edilmiştir. İlk etapta hedef ülkeler Avrupa ülkeleri iken 1995 yılından itibaren rota Ortadoğu ülkelerine çevrilmiştir.

2001 yılından itibaren terör örgütlerinin amaçlarındaki köklü değişim nükleer maddelere ve KİS'e yönelik talebin artmasına sebep olmuştur. Günümüzde nükleer madde kaçakçılığı daha çok zengin olmayı hayal eden insanların oluşturduğu organize suç şebekeleri tarafından yapılmaktadır. Alıcı olduğu müddetçe kaçakçılıkta olacaktır.

Ortadoğu ve Kafkas ülkelerinin içinde bulunduğu siyasi bunalım kaçakçılık şebekelerini rahat hareket etme imkânı vermiştir. Hedef Ortadoğu ülkeleri ve bu ülkelerin topraklarında bulunan terör örgütleri olunca ülkemizde coğrafi konumu gereği geçiş güzergâhı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ülkemizin kaçakçılık güzergâhının içinde bulunması, terör örgütlerinin hedefi olabileceği gerçeği, sınır güvenliğinin yanı sıra ülke içerisinde kolluk kuvvetlerinin alacağı önlemler ciddi hususların başında gelir.

Rusya, Ukrayna'yı işgal etmek amacıyla 22 Şubat 2022 günü askeri harekâta başlamıştır. Bilindiği üzere Ukrayna'da Sovyetlerden kalma nükleer madde üretebilen eski tip nükleer enerji santralleri mevcuttur. Bu savaşın sonucunda oluşacak otorite boşluğu, nükleer madde kaçakçılığında yeni bir dönemin başlaması sebep olacaktır. Bu devletlere çok yakın konumda olan Türkiye'nin şimdiden hazırlıklarını yapması, özellikle sınır hatlarını en yeni teknolojik imkânlarla koruması yerinde bir önlem olacaktır.

1991 yılında Rusya topraklarında oluşan otorite boşluğundan kaynaklı sebeplerden dolayı nükleer madde kaçakçılığı ile tanışan dünya, ilerleyen süreçte bu kritik

malzemelerin devlet dışı aktörlerin ele geçme olasılığı ile karşı karşıya kalmıştır. Özellikle 2001 yılında ABD'yi hedef alan terör saldırıları güvenlik yaygılarını en üst seviyeye taşımıştır. Yakın geçmişte El Kaide, İŞİD, Boka Harran, PKK-KCK gibi terör örgütlerinin hedeflerine ulaşmak, insanlar üzerinde korku ve endişe yaratmak için katliamlar yapmışlardır. Ele geçirdikleri nükleer maddelerden elde edecekleri kirli atom bombası ya da radyolojik silahlarla devletleri tehdit edecekleri ve bunları kullanmaktan çekinmeyecekleri acı bir gerçektir.

11 Eylül saldırıları terör örgütlerinin uluslararası bir tehlike olduğunu açıkça ortaya çıkarmıştır. Öncesinde terör örgütün zarar verme niyeti ve imkânı göz önünde bulundurulurken ABD'nin 2002 yılında yayınladığı strateji belgesinde zarar verme niyetinin yeterli olacağı vurgulanmıştır. Nükleer ya da buna benzer silahların eylemlerde kullanılması, insanlar üzerinde korku ve paniğe neden olabileceği gibi devletlerin güvenlik sistemlerinin işe yaramadığı yönünde algı yapılmasına da sebep olacaktır.

ABD'nin son yıllarda yayınladığı raporlarda 33 terör örgütü nükleer silahlara özel ilgi duymaktadır. Özellikle aşırı dinci terör örgütleri internet üzerinden elde ettiği bilgiler sayesinde nükleer silahlara benzer silah üretme çabası içerisindedir. Bu örgütlerin lider kadrosu, ideolojileri, mali kaynakları ve insan yapıları olarak diğer örgütlere farklılık gösterir. Siyasi amaçla kurulan terör örgütleri karşı çıktığı iktidara yönelik eylemler yaparken aşırı dinci terör örgütleri sivil katliamlara yol açan eylemlere rahatlıkla yapmaktadır.

Terör örgütlerinin nükleer silah benzeri silah yapabilmeleri konusunda uzmanlar arasında iki farklı görüş bulunmaktadır. Birinci görüşe göre terör örgütleri gerekli maddeleri üretebilme imkânları kesinlikle yoktur. Terör örgütlerinin silahları üretebilmek için uzman kişilere ulaşma, ekipman tedarik etme çabaları istihbarat servisleri tarafından takip edilmektedir. En azından tüm engelleri ve problemleri sorunsuz bir şekilde atlatsalar dahi uzun zamana ihtiyaçları olduğu değerlendirilmektedir. İkinci görüşe göre, nükleer silah yapabilmek için pahalı ekipmanlara ve uzun zamana ihtiyaçları yoktur. Özellikle plütonyum ile yapılacak bir nükleer silahın hiçbir araştırma ve deneme yapmadan kullanılabilmesi tahmin etmektedirler. Yüksek radyasyona sahip maddelerin klasik patlayıcılar kullanarak yapılacak bir eylemde küçük bir alanda dahi olsa benzer etkiyi yaratacağı düşünülmektedir.

Terör örgütlerinin hedef devletleri ciddi anlamda tehdit etmek ve gerektiğinde halkta korku ve paniğe yol açmak için nükleer maddelere elde etme çabaları hiçbir zaman bitmeyecektir. Bunu önleyebilmek için devletlerin birlikte hareket ederek uluslararası yapılanmalarla önlemlerin alınması gereklidir. Devletler özellikle nükleer maddenin takibi ve kaçakçılığı kapsamında kendi ulusal yapıları içinde olduğu kadar uluslararası yapıda da çalışmalar yürütmekte ve işbirliği girişimleri gerçekleştirmektedir. Ancak teknolojinin hızla geliştiği, bilgi akışının artık saniyelerle ölçüldüğü günümüz dünyasında alınan tedbirler bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır.

Türkiye'nin yeni işletmeye alacağı nükleer tesislerin güvenliği çok kapsamlı ele alınması gereken bir konudur. Bu konuda en küçük güvenlik zafiyetinin telafisi mümkün olmayacak olaylara sebebiyet verebileceği tüm kademeler tarafından çok iyi bilinmelidir.

Dünya kamuoyunda endişe uyandırmayacak tam açıklık ve ayrıca konunun siyasi istikrarsızlıktan etkilenmeyecek devlet politikası haline getirilmelidir. Güvenlik ile ilgili bütçenin az olması ve çalışanların az maaş almaları zaman içerisinde tesis için iç güvenlik sorununun çıkmasına sebep olabilecek potansiyeli yaratacaktır. Bu durum terör örgütlerinin istismar edeceği bir ortam yaratacaktır.

Bunun için alınması gereken önlemler aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir.

1. Bu konuda ülkemizin içerisinde bulunduğu uluslararası antlaşmaların yükümlülükleri tam olarak yerine getirilmelidir.

2. Gümrük kapılarına radyolojik madde tespiti için gelişmiş cihazların konulması, sınır güvenliğinin artırılması ve UAEA ile devamlı olarak işbirliği içerisinde olunmalıdır.

3. Türk kurumları dost ve müttefik ülkeler ile eğitim işbirliği içerecek şekilde artırmak zorundadır.

4. UAEA ile kurum ve kuruluşlar arası uzun vadeli kapsamlı işbirliği sağlanmalıdır.

5. Kaçakçılık şebekelerine karşı kolluğun yeteneklerinin artırılması büyük önem arz etmektedir.

6. Türk kurumları dost ve müttefik ülkeler ile eğitim işbirliği içerecek şekilde artırmak zorundadır.

7. Nükleer tesisler ülke içerisinde fazla dağıtılmamalı. Mümkünse tek tesiste toplanması sağlanmalıdır.

8. Tesis çalışanlarının işe alımlarında ve görev süresi boyunca güvenlik soruşturmaları yapılmalı büyük önem arz etmektedir.

8. Nükleer tesislerin korumasını sağlayan kolluk kuvvetlerinin 11 Eylül 2001’de ABD’ye yönelik gerçekleştirilen eylemlere benzer nitelikteki saldırılara karşı Yakın Hava Savunma Sistemine ve ağır silahlara sahip olması yerinde olacaktır.

9. Hastane ve sağlık kuruluşlarının kullanımı için gerekli radyolojik maddelerin güvenliği ve takibi artırılmalıdır.

Yakın zamanda devreye girecek olan Akkuyu Nükleer Enerji santrali ile birlikte ülkemizde nükleer enerji teknolojisine sahip olan devletler içerisinde yerini alacaktır. Her daim terör örgütlerinin hedefinde olan ülkemiz bu tesislerin güvenliği için ayrıca önlemler almak zorundadır. Ayrıca 24 Şubat 2022 tarihinde başlayan Rusya – Ukrayna savaşı ve bunun sonucunda doğabilecek otorite boşluğu bölgede bulunan reaktörler ve nükleer tesislerden yeni bir kaçakçılık dalgasının doğmasına sebep olacağı değerlendirilebilir. Bunun içinde kolluk kuvvetlerinin hazırlıklı olması ve nükleer maddelerin kaçakçılığı ile ilgili istihbarat gayretlerinin artırılması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Akay, G.G., Nalçacı, E. 2019. Savaşın Hizmetinde Bilim: Manhattan Projesi.
- Akdağ Sezen, G. 2010. Bazalt ve cam kullanılarak sezyum simule atığının camlaştırılması.
- Akdemir, M., Lüle, S.Ş. 2022. Nükleer Emniyet Kapsamında Fiziksel Koruma Sistemi Tasarlamak ve Analiz Etmek İçin Yerli Yazılım Geliştirilmesi, Savunma Bilimleri Dergisi (42), 1-20.
- Aktar, C., Kibaroglu, M. 2006. Kitle İmha Silahları ile Terör: Kıyametin Yeni Eşiği mi?
- Aktaş, E. 2021. According to the Opinion of the People of Mersin, the Akkuyu Nuclear Power Plant Project and its Sectoral Effects, Journal of Applied & Theoretical Social Sciences, 3.
- Akyüz, E. 2015. Türkiye'nin Nükleer Enerji Politikası ve Terör Tehdidi
- Akyüzlü, Ö.F. (2008), "Nükleer Reaktör Yakıt İmalatı Öncesi Uranyumun Saflaştırılması ve Zenginleştirme Prosesleri", Marmara Üniversitesi (Turkey),
- Alacakir, A., Ari, T., Pervan, O. 1997. system design and making of a system for 235U enrichment by laser; Laser ile U-235 zenginleştirme sisteminin tasarımı ve yapımı.
- Albright, D., 2002, Al Qaeda's nuclear program: Through the window of seized documents, *Policy Forum Online Special Forum*.
- Alkis, A. 2022. Nükleer Emniyet
- Allison, G. 2008. Nuclear deterrence in the age of nuclear terrorism, *Technology Review*, 111, 68-73.
- Allison, G., 2004, Nuclear terrorism: The ultimate preventable catastrophe, *Macmillan*,
- Arslan, İ. 2018. 21. Yüzyıl Afrika'sında ABD'nin Askeri Varlığı Üzerine Bir İnceleme, *Toros Üniversitesi İİSBF Sosyal Bilimler Dergisi*, 5, 289-313.
- Aslı, A., Dönmez, S. 2018. Radyolojik-Nükleer Terörist Saldırıları Tıbbi Yönetim, *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 51, 154-162.
- Atıcı, N. 2009. II. Dünya Savaşı, *Tarih Okulu Dergisi*, 2009 (111), 175-181.
- Bakanlığı, E.v.T.K. 2023. Ülkemizde ve Dünyada Nükleer Santraller.
- Bakanlığı, E.v.T.K. 2021. Ülkelerin Nükleer Enerji Santralleri
- Bar, S. 2008. The religious sources of Islamic terrorism. in: *The Theory and Practice of Islamic Terrorism: An Anthology*, Springer, pp. 11-20.
- Beden, A. 2011. Türk Basınına Göre, 2003 Irak Savaşı'nın Temel Nedenleri Hakkında Bir Değerlendirme (Kitle İmha Silahları ve El-Kaide Bağlantısı), *History Studies, ABD ve Büyük Ortadoğu İlişkileri Özel Sayısı*, 65-80.
- Bozan, F. (2018), "İslam dünyasındaki radikal örgütler üzerine bir değerlendirme; IŞİD örneği", *Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*,
- Bozbıyık, A., Hancı, İ.H., Özdemir, Ç., Demirkan, Ö. 2001. Nükleer silahlar: Üretimi ve etkileri, *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 10, 386-387.
- Can, R.Ü.Ş. 2019. Kullanılmış Yakıt Yönetim Stratejileri Bildiriler Kitabı 29.

- Can, S. 2021. Nuclear fuel cycles.
- Chetaine, A., Saidi, A. 2016. Nuclear Security at State Level. in: *Non-Proliferation, Safety and Nuclear Security*, IOS Press, pp. 71-78.
- Cimbala, S.J., 2001, Deterrence and nuclear proliferation in the twenty-first century, *Greenwood Publishing Group*,
- Coşar, M. 2017. Nükleer Emniyet Olaylarında Ulusal Karşılık Verme Planı.
- Çelik, İ. 2015. Nükleer enerji: Türkiye ve dünya ölçeğinde bir değerlendirme, *Yeni Fikir Dergisi*, 7 (15), 55-68.
- Çetin, A.G., Aylıkçı. 2022, Nükleer Atıkların Yeniden Değerlendirilmesi İçin Geliştirilen Yöntemler ve Türkiye için Uygun Prosesin Önerilmesi, *The 15th International Scientific Research Congress*.
- Davis, J.W., 2000, Threats and promises: The pursuit of international influence, *JHU Press*,
- Demir, M., Mustafa, Ö., Çetin, M. 2006. Biyolojik Ve Kimyasal Terör Tehdidinde Toplum Sağlığı Cevabının Planlanması, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63, 107-114.
- Demirci, S. 2012. Nükleer Terörizm ve Tehdit Boyutlarına Yönelik Çıkarımlar, *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 3, 59-84.
- Denk, E. 2011. Bir Kitle İmha Silahı Olarak Nükleer Silahların Yasaklanmasına Yönelik Çabalar, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 66, 93-136.
- Dilara, A., Karış, Ç. 2019. Türkiye’de enerji ithalatı ve cari açık üzerine bir değerlendirme, *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 380-412.
- Dili, R. 2011. Plütonyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri. Silah dereceli plütonyum: uygulama, üretim, bertaraf. Plütonyum zenginleştirme fırsatları.
- Diyarbakıroğlu, K. 2017. Bağımsızlık Sonrası Jeopolitik ve Güvenlik Ekseninde Kazakistan’ın Nükleer Silahsızlanma Süreci, *Barış Araştırmaları ve Çatışma Çözümleri Dergisi*, 5, 96-111.
- Doğanalp, T. 2016. Uluslararası Hukukta Kitle İmha Silahları ve Silahsızlanmaya Yönelik Girişimler, *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3, 15-28.
- Ege, A. 2021. Radyasyon Yayma Ve Atom Enerjisiyle Patlamaya Sebebiyet Verme Suçlarına Bilimsel ve Hukuki Perspektiften Bir Bakış, *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*, 11, 1467-1523.
- Ekşi, A. 2016. KBRN Terörizminde risk değerlendirmesi ve Yönetimi *Journal of International Social Research*, 9.
- ElBaradei, M., Støre, J.G. 2006. Nuclear Terrorism, *IAEA BULLETIN*, 48, 1.
- Engin, K. 2021. Hindistan ve Pakistan İlişkileri: Bölgesel Rekabetin Nükleer Silahlanma Stratejilerine Etkileri, *OPUS International Journal of Society Researches*, 18, 2744-2774.
- Eral, M. 2015. Nükleer güç santralleri ve ülkemiz, *Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, Nükleer Teknoloji Anabilim Dalı, İzmir*, http://www.meslekiyayin.com/images/111_0016.pdf, 9, 2017.

- Erdoğan, C. 2010. Radyoaktif atıkların immobilizasyonunda camlaştırma tekniğinin uygulanması.
- Ergün, S., Polat, M.A. 2012. Nükleer Enerji Ve Türkiye'ye Yansımaları, İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 1, 35-58.
- Erkekoğlu. 2018. Kimyasal savaş ajanları: tarihçeleri, saptanmaları ve hazırlıklı olma, Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, 38, 24-38.
- Ersoy, E., Yazar, H.R. (2012), "Bazı deforme çekirdeklerde denge öncesi nötron yayınlanma spektrumlarını yeni bir yaklaşım kullanarak hesaplanması", Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi,
- Ertuğay, C. 2015. Fotoaktivasyon Analiz Yöntemi ile Antik Sikkelerin Element Konsantrasyonlarının Belirlenmesi.
- Eş, H., Mercan, S.I., Ayas, C. 2016. Türkiye için yeni bir sosyo-bilimsel tartışma: Nükleer ile yaşam, Turkish Journal of Education, 5, 47-59.
- Furuncu, Y. 2016. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı ve Akkuyu Nükleer Enerji Santrali, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bil. Dergisi, 37, 198-207.
- Gençay, A., Cantürk, N., Özsoy, S. 2019. Türkiye'de Nükleer Siber Emniyet ve Nükleer Güvenlik, The Bulletin of Legal Medicine, 24, 252-261.
- Goodby, J.E., Burghart, D.L., Loeb, C.A., Thornton, C.L., 2004, Cooperative Threat Reduction for a New Era. *National Defense Univ Washington Dc Center For Technology and National ...*
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Baskı, B. 1994. Besin kirliliği, TC Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi.
- Güngörmüş, K., Gamze. 2011. Orta Doğu Merkezli Radikal Örgütler ve Türkiye'ye Etkileri, Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Uluslararası İlişkiler Dergisi, 1, 789-805.
- Günkut, S.T. 2018. Nükleer Güç Santrallerinde Kullanılan Enstrümantasyon ve Kontrol Sistemlerinin Kullanım Ömür Yönetimi ve Modernizasyonu.
- Gürel, S. 2015. Terör ve terör örgütlerinin finans kaynakları, Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2, 15-27.
- Harunoğulları, M. 2019. Nükleer enerji ve geleceği, Coğrafi Bilimler Dergisi, 1, 110-145.
- Huntley, W.L., Kurosawa, M., Mizumoto, K., 2005, Nuclear disarmament in the twenty-first century, *Lulu. com*,
- İnal, S. (2021), "Fisyon reaktör tasarım optimizasyonları için üç boyutlu nötronik hesaplamalar", İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
- İskender, S. 2005. Türkiye'de ve Dünyada Enerji & Nükleer Enerji Gerçeği, Tütev Yayınları 48-140.
- İşbilen, E., 2018, Nükleer Satranç/İran ve Nükleer Silahlanma Politikası,
- Jenkins, B.M. 2006. The new age of terrorism, *Terrorism and Political Islam*, 25.
- Kaderli, D. 2016. Türkiye'nin Nükleer Enerjiye ve Nükleer Silahlanmaya Bakışı.
- Kakışım, C. 2019. Enerji Krizlerinin Etkisiyle Şekillenen Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10, 460-472.

- Kamalov, İ. 2011. Rusya'nın Orta Asya Politikaları, Ankara: Ahmet Yesevi Üniversitesi, İnceleme-Araştırma Dizisi, Yayın, 2.
- Kanbir, Ö. 2011. Endüstriyel Tarımın Krizi ve Küba Tarımı, Praksis, 49-68.
- Kara, P.Ö., Günay, E.C. 2013. Çernobil kazası ve etkileri, Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 3.
- Karaağaç, Y. 2020. 'Küresel Terör ve 21. Yüzyılda Güvenlik Politikaları, içinde Küresel Terör ve Güvenlik Politikaları, Ankara: Nobel, 1-19.
- Karabıyık, H. 2022. Sovyet Atom Bombası Projesi ENORMOZ: Yakalamak ve Geçmek.
- Karaçalıoğlu, A.Ö. 2017. Nükleer-Radyolojik Acillerde Tıbbi Triyaj, Nükleer Tıp Seminerleri Dergisi, 196-201.
- Karataşlı, M. 2016. Enerji ve Çevre, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 8, 103-124.
- Karp, R. 2002. Cowen Security Without Nuclear Weapons, London: Oxford University Press.
- Kaya, İ.S. 2012. Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12 (1), 71-90.
- Kaya, S. 2017. Uluslararası Terörizmin Gelişimi ve Dini Motivasyonlu Terör Olgusu, International Journal of Social Inquiry, 10.
- Kaya, T.O. (2018), "Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Önemi", Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Kıbaroğlu, M. 2018. Akkuyu'nun 40 yıllık macerası sona eriyor (mu?), The Strategist.
- Kıbaroğlu, M. 2013. Enerji mi? Silah mı? Nükleer'in İki Yüzü, Middle Eastern Analysis/Ortadoğu Analiz, 5.
- Kıbaroğlu, M. 2006. Kitle İmha Silahları ile Terör: Kıyametin Yeni Eşığı mi?, Avrasya Dosyası, 12, 119-137.
- Kıbaroğlu, M. 2004. Kuzey Kore'nin Nükleer Silah Programı: Sebepler ve Sonuçlar, Uluslararası İlişkiler Dergisi, 1, 154-172.
- Kıratlı, M., Kanapiyanova, Z. 2022. Rusya'nın Nükleer Silah Programının Uluslararası Nükleer Hukuk ve Ticaret Hukuku Bakımından Değerlendirilmesi, Electronic Turkish Studies, 17.
- Kiremitçi, İ. 2014. Küresel Boyutta Biyolojik Terör Tehdidi, Savunma Bilimleri Dergisi, 13, 27-58.
- Köse, İ. 2022. Doğu Akdeniz'de Soğuk Savaş Dönemi Sovyet Faaliyetleri: Pyadyy Eskadra [Beşinci Filo] ve Türk Boğazları, Gazi Akademik Bakış, 16 (31), 59-80.
- Köstem, S. 2010. Orta Asya ve Kafkaslarda Militan İslam: El Kaide Etkisi, Ortadoğu Etütleri, 2, 181-204.
- Kuloğlu, A. 2011. El Kaide Lideri Bin Ladin Operasyonu ve Sonuçları, Ortadoğu Analiz, 3, 74-81.
- Kupatadze, A. (2010), "'Transitions After Transitions': Coloured Revolutions and Organized Crime in Georgia, Ukraine and Kyrgyzstan", University of St Andrews,
- Kurt, S. 2023. Dini Dalga Özelinde Betimlenen Yeni Terörizm, Terörizm ve Radikalleşme Araştırmaları Dergisi, 2 (1), 40-73.

- Kurt, S. 2019. "Yeni Terörizm" in Geleceğin Güvenlik Ortamına Etkileri: DAEŞ Örneği, Gazi Akademik Bakış, 13, 133-161.
- Lewis, J. 2009. The Global Politics of Combating Nuclear Terrorism: A Supply-Side Approach
- Lowther, A., Snow, D.M., 2007, Americans and Asymmetric Conflict: Lebanon, Somalia, and Afghanistan, *Praeger Publishers*,
- Mærli, M.B., Lodgaard, S., 2007, Nuclear Proliferation and International Security, *Routledge New York*,
- Mahmadov, H. (2019), "Putin Dönemi Rusya İnan Arasındaki Askeri İlişkiler", Sakarya Üniversitesi (Turkey),
- May, M.M. 1994. Nuclear Weapons Supply and Demand, *American Scientist*, 82, 526-537.
- Mayer, K. 2005. Nuclear Forensics A Methodology Providing Clues on The Origin of Illicitly Trafficked Nuclear Materials, *Analyst*, 130, 433-441.
- Mengüllüoğlu, B. (2022), "Bir Füzyon Reaktöründe Farklı Soğutucuların Tritiyum Üretimine Etkisinin Nötronik İncelenmesi",
- Mızrak, E. (2010), "Çevresel Radyoaktivite Ölçüm Amaçlı Gama Spektroskopi Sisteminin Kalibrasyonu ve Test Ölçümlerinin Yapılması", Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Mueller, M., Mathiason, J., Klein, H. 2007. The Internet and Global Governance: Principles and Norms for A New Regime, *Global Governance*, 13, 237.
- O'Neill, K. 1997. The Nuclear Terrorist Threat, *Institute for Science and International Security*, 1.
- Oğur, E., Cantürk, N. 2022. Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer Risk Algıları Bağlamında Kolluk İmkan ve Kabiliyetlerinin Değerlendirilmesi: Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri Kapsamında Bir Araştırma, *Bulletin of Legal Medicine/Adli Tıp Bülteni*, 27.
- Othan, O., Omar, M.A. 2023. Bir Hastane için İki Farklı Birleşik Isı Ve Güç Sisteminin Termo-Ekonomik İncelemesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 38, 1467-1480.
- Öngü, S. (2014), "Nükleer Reaktörler, Yakıt Tipleri ve Mersin Akkuyu Nükleer Santrali", Niğde Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü,
- Özgener, Ö. 2002. Türkiye'de ve Dünya'da Rüzgar Enerjisi Kullanımı Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 4, 159-173.
- Özkara, A. 2019. Ülkemizde Kullanımda Olan Radyoaktif Kaynaklar ile Mevcut Radyoaktif Atıklar Göz Önüne Alınarak, Atık İşleme ve Bekletme İhtiyacının Değerlendirilmesi.
- Özsönmez, M. 2015. Tehlikeli Madde Taşımacılığı, *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 142-146.
- Öztürk, A. (2011), "Yerel Kalkınmanın Yeni Aktörü Bölgesel Kalkınma Ajansları ve Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Örneği", Sakarya Üniversitesi (Turkey),
- Pamir, A.N. 2003. Dünyada ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları, *Metalurji Dergisi*, 134, 1-39.

- Pekar, Ç. 2017. Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması Çerçevesinde Nükleer Teknolojinin “İki Yüzlü” Yapısı, Yönetim Bilimleri D. 15, 319-338.
- Potter, W.C., Sokova, E. 2002. Illicit Nuclear Trafficking in The NIS: What's new? What's true?, The Nonproliferation Review, 9, 112-120.
- Russel, J. 2006. Peering into The Abyss, Nonproliferation Review, 13 (3), 1-13.
- Sancak, K. 2013. 21. Yüzyılda Güvenlik Sorunları: Bir Tehdit Unsuru olarak Nükleer Silahlar
- Sarıbeyoğlu, M. 2004. Kitle Imha Silahlarının Kullanımının Yasaklanmasına İlişkin Uluslararası Düzenlemeler.
- Satman, A. 2007. Türkiye'nin Enerji Vizyonu, VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 3, 18.
- Savaş, İ. 2016. Terör Örgütlerinin Yapısal Değişimi ve Yeni Bir Terör Algısı: Nükleer Terörizm Öz.
- Saygın, H. 2004. Sürdürülebilir Gelişme Gündeminde Nükleer Enerjinin Sorunları, Elektrik Mühendisliği Odası Dergisi, 42 (423 s 35).
- Schelling, T.C., 1980, The Strategy of Conflict: with a new Preface by the Author, *Harvard university press*,
- Schneider, B.R. 1994. Nuclear proliferation and counter-proliferation: Policy issues and debates, *Mershon International Studies Review*, 38 (Supplement_2), 209-234.
- Shultz, G.P., Perry, W.J., Kissinger, H.A., Nunn, S. 2007. A world Free of Nuclear Weapons, *Wall Street Journal*, 4 (01), 2007.
- Sokolski, H. 1995. Curbing Proliferation's Legitimization.
- Soya, D. 2014. Çevre Örneklerinde Nötron Aktivasyon Yöntemi ile Eser Ağır Metal Ölçümleri.
- Sözer, M.A., Elmas, M.S. 2009. Terörle Mücadelede Farklı Bir Yaklaşım: Japonya Örneği, İhsan Bal ve Süleyman Özeren (der.), *Uzakdoğu'dan Yeni Kıtaya Terörle Mücadele*, USAK Yayınları, Ankara.
- Suvari, K. 2017. Nükleer Yalanlar, Aldatmacalar ve Riyakarlıklar İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4, 205-210.
- Taek. 2014. Nükleer Güç Reaktörü <http://www.taek.gov.tr/> öğrenci / bolum2.
- Taek. 2010. Günümüzde Nükleer Enerji Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, <http://www.nei.org/Issues-Policy/Nuclear-Waste-Management/Disposal>.
- Tajfel, H., Turner, J.C., Austin, W.G., Worchel, S. 1979. An integrative theory of intergroup conflict, *Organizational identity*: 56.
- Taner, A.C. 2020. Almanya; Enerji Stratejisi ve Nükleer Santraller İşletilmesi Perspektifi.
- Taner, A.C., Odası, F.M. 2020. Finlandiya Nükleer Güç Santralleri NGS İşletilmesi Sonucu Oluşan Nükleer Atıkların Ulusal Radyoaktif Maddelerin Yönetimi Kapsamında Bertarafı.
- Telli, A. 2016. Türkiye'nin Nükleer Enerji Açılımının İçerik Analizi: Çeşitlendirme mi, Teslimiyet mi?, *Bilge Strateji*, 8, 47-75.

- Temurçin, K., Aliağaoğlu, A. 2003. Nükleer Enerji Ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği, Coğrafi Bilimler Dergisi, 1, 25-39.
- Terminolojisi, R. 2012. Nükleer Radyasyon ve Etkileri
- Terzioğlu, C. (2017), "Nükleer Güç Santrallerinin Finansman Modeli ve Matematiksel Yaklaşımlar",
- Tokgöz, S.R. (2017), "Araştırma ve Güç Reaktörlerinde Kontrol ve Yakıt Malzemelerinin İncelenmesi", Sakarya Üniversitesi (Turkey),
- Tunçer, G. (2013), "İran’ın Nükleer Enerji Politikası ve Dış Güçler", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,
- Turan, S. 2006. Nükleer Enerji: Nükleer Santralin Konya’ya Kurulabilirliği, Getirileri ve Götürüleri, Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi Bilgi Raporu.
- Udum, Ş. 2018. 11 Eylül Sonrası Kitle İmha Silahları Terörizmi Tehdidi ve Uluslararası Karşılıklara Bir Örnek: Nükleer Emniyet Rejimi, *Electronic Turkish Studies*, 13.
- Udum, Ş., 2017, Sınırşan Terörizm ve Nükleer Maddeler: Güncel bir Tehdit Olarak Nükleer Terörizm, *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)*.
- Uzmen, R., Can, S., Aybers, T. 1997. Spent fuel management strategies.
- Vasilchenko, I., Dragunov, Y., Ryzhov, S., Kobelev, S., Vyalitsyn, V., Troyanov, V. 2008. Choosing the governing solutions for FA of AES-2006.
- Winter, D. 2007. Security culture in the nuclear field. in: *Nuclear Security Culture: From National Best Practices to International Standards*, IOS Press, pp. 63-73.
- Wright, C., Muirhead, K. 1969. Longitudinal waves from the Novaya Zemlya nuclear explosion of October 27, 1966, recorded at the Warramunga seismic array, *Journal of Geophysical Research*, 74, 2034-2048.
- Yapıcı, G. 2015. Nükleer Enerji ve Türkiye'nin İlk Nükleer Santrali Akkuyu, *Toplum ve Hekim*, 30, 42-55.
- Yaşar, A. 2006. Kitle İmha Silahlarının Yayılmasına Karşı Güvenlik Girişimi
- Yıldırım, M., Örnek, İ. 2007. Enerjide son seçim: Nükleer enerji, *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 32-44.
- Zaitseva, L. 2002. Illicit trafficking in the Southern Tier and Turkey Since 1999: A Shift from Europe?, *The nonproliferation review*, 9, 168-182.
- Zaitseva, L., Hand, K. 2003. Nuclear Smuggling Chains: Suppliers, Intermediaries and End-Users, *American Behavioral Scientist*, 46, 822-844.
- Zararsız, S. 2005. Uranyum.
- Zengin, F. 2013. Atom Bombası: Hiroşima& Nagasaki, <http://www.anatoliamed.com/atom-bombasi-ve-hirosima-nagasaki1/atom-bombasi-hirosima> 10.
- Zor, S. 2013. Tony Stark ile Füzyon, *Açık Bilim*, 22.

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Kamil İNCEBACAK

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Maltepe Askeri Lisesi, İzmir	2000
Üniversite	: Kara Harp Okulu, Ankara	2004
Yüksek Lisans	: Alparslan Üniversitesi, Merkez, Muş	2023

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2004 – Halen	Jandarma Genel Komutanlığı	Subay / Binbaşı

UZMANLIK ALANI

Sistem Mühendisliği
Kamu Yönetimi
Silah Bilgisi
Adli Kolluk Yönetimi
Halkla İlişkiler

YABANCI DİL

İngilizce