



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**DOĞAL AFETLERİN İKİNCİL
ETKİLERİ VE KBRN
AFETLERİNE DÖNÜŞÜMÜ
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

Tolga SAVAŞ

**KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK,
NÜKLEER TEHDİTLER YÖNETİMİ
ANABİLİM DALI**

TEMmuz 2023





**DOĞAL AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE KBRN
AFETLERİNE DÖMÜŞÜMÜ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN
İNCELENMESİ**

Tolga SAVAŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KBRN TEHDİTLERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2023

Tolga SAVAŞ tarafından hazırlanan “DOĞAL AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE KBRN AFETLERİNE DÖNÜŞÜMÜ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi KBRN Tehditleri Yönetimi Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Mehmet Eyyuphan YAKINCI

Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....
.....

Başkan: Prof. Dr. Yıldırım AYDOĞDU

Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....
.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Özlem Çiçek

Mühendislik Temel Bilimleri Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....
.....

Tez Savunma Tarihi: 20/07/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Tolga SAVAŞ

20/07/2023

DOĞAL AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE KBRN AFETLERİNE DÖNÜŞÜMÜ
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Tolga SAVAŞ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2023

ÖZET

Doğa kaynaklı afetler insanları sadece direkt etkileri ile değil aynı zamanda neden oldukları ikincil afetlerin yarattığı tehditlere bağlı olarak da etkilemektedir. Özellikle yıkıcı etkilere sahip doğa kaynaklı afetler KBRN risklerini tetikleyebilmektedir. Seller sonrasında çeşitli kimyasallar sel sularına karışabilmekte, bulaşıcı hastalıklar açığa çıkabilmektedir. Özellikle depremlerden sonra KBRN maddelerini bünyesinde barındıran endüstriyel tesisler ve nükleer santraller hasar görerek insanlar ve çevre açısından zararlı olabilecek maddelerin yayılmasına neden olabilmektedir. Tüm bu durumlar göz önünde bulundurularak bu çalışma kapsamında 1992-2022 yılı aralığında Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında meydana gelmiş doğa kaynaklı afetlerin, afet türlerine göre oransal dağılımının araştırılması, söz konusu kıtalarda meydana gelmiş endüstriyel tesis kazalarının afet alt türüne göre afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısı açısından oransal dağılımının araştırılması, aynı zamanda doğa kaynaklı afetlerin ve endüstriyel tesis kazalarının en fazla yaşandığı ilk 15 ülkenin saptanması hedeflenmiştir. Çalışmanın evrenini 1992-2022 yılları arasında EM-DAT veri tabanına kayıtlı bulunan Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında yaşanmış doğa kaynaklı afetler ve endüstriyel tesis kazaları oluşturmuştur. Veriler EM-DAT veri tabanından çekilerek Excel olarak alınmış ve SPSS 25.0 programına aktarılarak basit frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Veri tabanından elde edilen bilgilere göre doğa kaynaklı afetlerin en çok yaşandığı ilk 15 ülke ile endüstriyel kazaların en çok yaşandığı ilk 15 ülke karşılaştırıldığında Çin, Rusya, Endonezya, ABD, İran, Kolombiya, Pakistan, Vietnam, Meksika ve Türkiye'nin yer aldığı 10 ülkenin hem doğa kaynaklı afetler bakımından hem de endüstriyel kazalar bakımından ilk 15 sıra içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında en fazla meydana gelen doğa kaynaklı afetlerde ilk iki sırayı deprem ve sellerin oluşturduğu, endüstriyel kazalar için yapılan analizde ise her üç kıtada da patlamaların ilk sırada yer aldığı Asya kıtasında gaz sızıntılarının, Avrupa ve Amerika kıtasında kimyasal dökülmelerin ikinci sırada yer aldığı saptanmıştır. Özellikle doğa kaynaklı afetlerin en fazla görüldüğü ilk 15 ülke ile endüstriyel tesis kazasının en fazla yaşandığı ilk 15 ülkenin kesişim kümesinde yer alan ülkelerin ikincil afetler bağlamında önleyici tedbirler almasının büyük öneme sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Doğa kaynaklı afet, endüstriyel kaza, KBRN

Sayfa Adedi : 75

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Eyyuphan YAKINCI

EXAMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN SECONDARY EFFECTS OF
NATURAL DISASTERS AND VULNERABILITY TO CBRN DISASTERS
(Master's Thesis)

Tolga SAVAŞ

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

July 2023

ABSTRACT

Natural disasters not only affect people directly but also threaten them due to secondary disasters caused by them. Especially destructive natural disasters can trigger CBRN risks. After floods, various chemicals can mix with flood waters and infectious diseases can emerge. After earthquakes, industrial facilities containing CBRN materials may be damaged and cause the spread of hazardous materials which may be harmful to humans and the environment. In this context, with this study, we aim to investigate the proportional distribution of natural disasters according to disaster types in Asia, Europe, and America between 1992 and 2022, the proportional distribution of industrial accidents according to disaster subtypes in terms of the number of disasters, number of deaths and number of affected people in these continents, as well as determining the top 15 countries where natural disasters and industrial accidents occur most frequently. The scope of this study is the natural disasters and industrial accidents that occurred in Asia, Europe and America between 1992 and 2022, as recorded in the EM-DAT database. Data was collected from the EM-DAT database and analyzed using SPSS 25.0. The results showed that China, Russia, Indonesia, USA, Iran, Colombia, Pakistan, Vietnam, Mexico and Turkey were among the top 15 countries in terms of both natural disasters and industrial accidents. In addition, earthquakes and floods were found to be the most frequent natural disasters in all three continents while explosions were the most frequent industrial accidents in Asia, chemical spills in Europe and America. It is concluded that preventive measures should be taken by countries which are included in both the intersection set of top 15 countries where natural disasters occur most frequently and top 15 countries where industrial accidents occur most frequently.

Key Words : Natural disasters, industrial accident, CBRN

Page Number : 75

Supervisor : Prof. Dr. Mehmet Eyyuphan YAKINCI

TEŞEKKÜR

Tez öncesi ve tezin yazım sürecinde bana bilgi ve deneyimlerini aktaran, tezin ilerleyişi konusunda yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Mehmet Eyyuphan YAKINCI' ya aynı zamanda bünyesinde görev yaptığım Türk Kızılay-Afet Yönetimi ve İklim Değişikliği Genel Müdürlüğü'nün değerli Müdür ve Direktörlerine desteklerinden dolayı teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatımın her döneminde birçok açıdan her daim yanımda olan ve ilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Sibel SAVAŞ, babam Nadir SAVAŞ ve kardeşim Turgay SAVAŞ' a çok teşekkür ediyorum.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. AFET	3
2.1. Doğal Afetler.....	4
2.1.1. Deprem.....	4
2.1.2. Tsunami.....	6
2.1.3. Sel ve taşkınlar	6
2.1.4. Heyelan	7
2.1.5. Çığ.....	8
2.1.6. Fırtına ve hortum.....	9
2.1.7. İklim değişikliği ve kuraklık.....	9
2.1.8. Orman yangınları	10
2.1.9. Volkanik patlamalar	10
2.2. İnsan Kaynaklı Afetler	11
2.2.1. Karayolu kazaları	11
2.2.2. Denizyolu kazaları	12
2.2.3. Demiryolu kazaları.....	13
2.2.4. Havayolu kazaları	14

2.2.5.	Çökme ve maden kazaları.....	14
2.2.6.	Endüstriyel kazalar.....	15
2.2.7.	KBRN kazaları.....	16
3.	KBRN GENEL TANIMI VE İLGİLİ TERİMLER.....	17
3.1.	Kimyasal Tehditler.....	18
3.1.1.	Kimyasal savaş ajanlarının sınıflandırılması.....	19
3.1.2.	Kimyasal tehditlerin insan sağlığı üzerinde etkileri.....	27
3.2.	Biyolojik Tehditler.....	28
3.2.1.	Biyolojik tehditlerin sınıflandırılması.....	29
3.2.2.	Biyolojik tehditlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	32
3.3.	Radyolojik ve Nükleer Tehditler.....	34
3.3.1.	Radyolojik ve nükleer tehditlerin sınıflandırılması.....	35
3.3.2.	Radyolojik ve nükleer tehditlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	37
4.	TÜRKİYE’ DE VE DÜNYADA YAŞANAN KBRN KAZALARI.....	39
4.1.	Türkiye’ de Yaşanan KBRN Kazaları.....	39
4.2.	Dünyada Yaşanan KBRN Kazaları.....	41
4.2.1.	Seveso kazası.....	41
4.2.2.	Bhopal pestisit tesisi kazası.....	41
4.2.3.	Lübnan amonyum nitrat patlaması.....	41
4.2.4.	Çernobil kazası.....	42
4.2.5.	Three mile adası nükleer kazası.....	42
4.2.6.	Mayak (Kyshtym) nükleer kazası.....	42
4.2.7.	Pemex LPG patlaması.....	43
5.	DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE KBRN AFETLERİNE DÖNÜŞÜMÜ.....	44
5.1.	Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Kimyasal Tehditlere Yönelik Sorunlar.....	44

5.1.1.	Sellerin neden olduğu kimyasal tehditler.....	45
5.1.2.	Volkanik aktivitelerin neden olduğu kimyasal tehditler.....	45
5.1.3.	Depremlerin neden olduğu kimyasal tehditler.....	45
5.2.	Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Biyolojik Tehditlere Yönelik Sorunlar.....	48
5.2.1.	Sellerin neden olduğu biyolojik tehditler.....	49
5.2.2.	İklim değişikliği ve kuraklığın neden olduğu biyolojik tehditler	51
5.2.3.	Depremin neden olduğu biyolojik tehditler	51
5.2.4.	Tsunaminin neden olduğu biyolojik tehditler	52
5.3.	Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Radyolojik ve Nükleer Tehditlere Yönelik Sorunlar.....	53
5.3.1.	Deprem ve tsunaminin neden olduğu radyolojik ve nükleer tehditler.....	53
6.	LİTERATÜRDEKİ MEVCUT DEĞERLENDİRMELER.....	55
7.	MATERYAL-METOT	59
8.	ANALİZ VE BULGULAR.....	60
8.1.	Doğa Kaynaklı Afetler	60
8.2.	Endüstriyel Tesis Kazaları	61
9.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
	KAYNAKLAR.....	68

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Sınır ajanı örnekleri ve özellikleri.	21
Çizelge 3.2. Yakıcı ajan örnekleri ve özellikleri.....	23
Çizelge 3.3. Kan zehirleyici ajanlar özellikleri.....	24
Çizelge 3.4. Boğucu ajanlar ve özellikleri.	25
Çizelge 3.5. Kapasite bozucu ajanlar ve özellikleri.....	26
Çizelge 3.6. Kargaşa kontrol ajanları ve özellikleri.....	27
Çizelge 3.7. Biyolojik ajanların CDC' e göre sınıflandırılması.....	30
Çizelge 3.8. Herhangi bir biyolojik saldırıda kullanılma ihtimali bulunan biyolojik ajanların AFAD'a göre sınıflandırılması.	31
Çizelge 5.1. Doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu biyolojik tehditler.	49
Çizelge 5.2. Seller ve neden olduğu bulaşıcı hastalıklar.	50
Çizelge 8.1. Doğa kaynaklı afetlerin 1992-2022 yılları arası kıtalara göre afet sayıları.	60
Çizelge 8.2. 1992-2022 yılları arası doğa kaynaklı afetlerin en fazla yaşandığı ilk 15 ülke	61
Çizelge 8.3. 1992-2022 yılları arası endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre istatistikleri.....	63
Çizelge 8.4. 1992-2022 yılları arası endüstriyel tesis kazalarının Türkiye istatistikleri.....	64
Çizelge 8.5. 1992-2022 yılları arası endüstriyel kazaların en fazla yaşandığı ilk 15 ülke.....	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kimyasal ajanların sınıflandırılması.....	19
Şekil 3.2. Yakıcı ajanlara yönelik oluşturulmuş sınıflandırma.....	22
Şekil 3.3. Radyasyonun madde yapısında yarattığı etkiler yönünden sınıflandırılması	37



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Kastamonu sel afeti sonrası binalarda ve şehir sokaklarında ortaya çıkan hasar..	7
Resim 2.2. Sinop sel afeti sonrası yaşanan heyelan kaynaklı karayolu hasarı	8
Resim 2.3. Antalya/Manavgat orman yangınları söndürme çalışması	10



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°

Açıklamalar

Derece

%

Yüzde

Kisaltmalar

Açıklamalar

ABD

Amerika Birleşik Devletleri

AFAD

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

ARS

Akut Radyasyon Sendromu

CDS

Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi

EM-DAT

Acil Durum Veri Tabanı

IAEA

Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu

INES

Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği

IFRC

Uluslararası Kızılay-Kızılhaç Teşkilatları Komitesi

KBRN

Kimyasal Biyolojik Radyolojik Nükleer

KOAH

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı

KİS

Kitle İmha Silahları

LPG

Lipit Petrol Gazı

MSS

Merkezi Sinir Sistemi

NBC

Nükleer Biyolojik Kimyasal

NATO

Kuzey Atlantik Antlaşma Örgütü

1. GİRİŞ

Afet; insanları fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan negatif yönde etkileyen, toplumun normal olağan yaşantısını bozarak kesintiye uğratan ya da tamamen durdurma derecesine getirebilen, yerel kapasitenin afet sonrasında yetersiz kalarak bir süre bölgenin dışarıya bağımlı hale geldiği doğal veya insan kaynaklı afetlerin sonuçları olarak tanımlanmaktadır [1]. Başlıca doğa kaynaklı afetleri deprem, heyelan, sel, tsunami, volkanik patlamalar, çığ, hortum, orman yangınları, iklim değişikliği ve kuraklık gibi afetler oluştururken insan kaynaklı afetleri ise, çeşitli savaşlar, silahlı ve patlayıcı terör saldırıları, salgın hastalıklar, nükleer santral kazaları, endüstri kazaları, tehlikeli maddelerin taşınması sırasında oluşan kazalar oluşturmaktadır [2]. Süregelen yıllar içerisinde insanlar ve insanların yaşam alanları, doğal olayların etkisini gösterebileceği alanlarla iç içe geçmiştir.

Doğa kaynaklı afetlerden sonra ikincil afetler ortaya çıkabilmekte ve büyük problemlere neden olabilmektedir. Birden çok olayın aynı anda veya artarda gelişebilmesi yönünden düşünüldüğünde doğal afetler sonrasında, enerji taşıyan hatlarının işlevini kaybetmesi, barajlarda çatlak ve yıkımlar, büyük yangınlar ve çeşitli patlamalar, çevre kirliliği vb. onlarca ikincil afet meydana gelmektedir [3]. Tüm bunların yanında doğal afetlerin hemen ardından ortaya çıkabilen KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) tehditlerin meydana getirdiği tehlikenin büyüklüğünün de çok yüksek olduğu bilinmektedir [4].

Günümüzde her geçen dakika yeni tip kimyasallar, nükleer yatırımlar ve silahlar, ilaç sanayisinde atılan adımlar ve endüstriyel tesis kazaları gibi birçok durum KBRN ajanlarının hayatımızdaki etkisini ve konumunu gözler önüne sermektedir [5].

KBRN ajanlarının isteyerek veya istemeyerek normal yaşantımızda bazı alanlarda yer edinmesine paralel olarak insanlar için tehditler oluşmaya başlamıştır. Endüstri alanında kullanılan zararlı kimyasallar, kimyasal madde üretimi gerçekleştiren fabrikalar, bu kimyasalların ve tehlikeli maddelerin taşımacılığı, depo edilmesi, enerji üretimi için kullanılan nükleer santraller ve madencilik faaliyetleri potansiyel KBRN tehlikelerini oluşturmaktadır. Tüm bu KBRN açısından tehlikeli alanlar yaşanabilecek bir doğal afetin ardından çeşitli büyüklüklerde zararlar yaratabilecek durumdadır. Doğal afetlerin etkilediği KBRN ajanı barındıran endüstriyel tesisler, afetler nedeniyle kimyasal sızıntıların başlangıç

noktası olabilmekte ve yine aynı zamanda deprem gibi doğal afetlerin etkilediği nükleer santrallerin olumsuz yönde etkilenmesiyle radyoaktif kirlenmeler gelişebilmektedir [4].

Bu bakımdan doğal afetler, yalnızca direkt olarak zararlarının yanında bir de dolaylı olarak tetiklediği birden fazla faktörü de yanına alarak etkisini ve zarar verme potansiyelini ikincil afetler bağlamında, KBRN afetlerine de neden olabilmesi yönüyle arttırmaktadır [6].

Potansiyel bir afet tehlikesi herhangi bir başka afet tehlikesini ortaya çıkarabileceği veya o afetin zarar verici etkisini daha da arttırabileceği için afet yönetimi faaliyetleri kapsamında afetin ikincil etkileri üzerinde durulmalıdır. Bunun için tehlike analizleri her türlü tehlikeyi kapsayacak bir yaklaşımla ortaya konmalı ve tehlike analizi çalışmalarının ardından zarar görülebilirlik analizleriyle riskler belirlenmelidir [7].

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda endüstri tesisleri doğa kaynaklı afetlerin etkisi altında kalabilmekte ve bu duruma bağlı olarak da doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ikincil KBRN afetleri, endüstriyel kazalar sonrasında görülebilmektedir. KBRN afetlerinin çok tehlikeli olması, endüstriyel tesislerin KBRN maddelerinin depolanıp işlenmesi açısından büyük risk taşıması ve bu endüstri tesislerinin herhangi bir doğal afetten etkilenmesi bir KBRN vakasını rahatlıkla tetikleyebilecektir.

Yapılan bu tez çalışmasında KBRN ajanlarını barındıran endüstriyel tesis kazaları ve bu endüstriyel tesis kazalarının gelişmesine kaynaklık edebilen doğa kaynaklı afetler incelenmiştir. Çalışmada EM-DAT (Acil Durum Veri Tabanı) veri tabanına kayıtlı 1992-2022 arasındaki yıllarda gerçekleşmiş endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı afetler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çalışmanın evrenini ise EM-DAT veri tabanında yer alan 1992-2022 yılları arasına ait Asya, Avrupa ve Amerika kıtasındaki ülkelerde yaşanan endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı (deprem, heyelan, kuru kütle hareketi, orman yangını, sel ve volkanik faaliyet) afetler oluşturmuştur. Çalışmadaki sınırlılıkları, doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ikincil bir afet olarak gözüken KBRN afet ve acil durumlarına ilişkin sayısal verilerin bulunmaması, KBRN kaza raporları ve detaylarının tümüne ulaşılabilmesi, oluşturmaktadır.

2. AFET

İnsanlar günümüzde gezegenimizin farklı coğrafyalarında farklı türlerdeki afetlerle karşılaşmaktadır. Bu afetler insanların hayatlarına ve mallarına zarar vererek insanlığı negatif yönde etkilemektedir. Meydana gelen afetin boyutu ise insanların ve insanlara ait malların zarar görebilirliğine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Zarar görebilirlik, toplumu ve çevreyi çeşitli afet tehlikeleriyle karşı karşıya bırakan durumları anlatmaktadır. Zarar görebilirlik durum ve şartlara göre değişkenlik göstermekle birlikte ekonomik şartlar ve tehlikenin varlığı ya da yokluğu zarar görebilirliği etkilemektedir. Tehlike kelime olarak, hayat için tehdit unsuru oluşturan, çevre ve toplum üzerinde olumsuz etkiler yaratma potansiyeli taşıyan, ekonomik açıdan kayıplar yaratan olgulardır. Tehlike ve zarar görebilirlik unsurlarının bir araya gelmesiyle risk kavramı ortaya çıkmaktadır. Risk ise mevcut afet tehlikesinin ileride gelişmesine paralel olarak insanlar ve çevresel etmenler üzerinde olumsuz etkiler yaratacak, kayıplar oluşturacak seviyede olabileme ihtimalidir. Bu bakımdan tehlikenin olumsuz sonuçlarına risk denilebilmektedir. Herhangi bir bölge için risk kavramından bahsediyor olabilmemiz için o bölgede tehlike unsurlarının yanında bir de zarar görebilirlik unsurlarının yer alması risk faktörünü açığa çıkarmakta ve riskin seviyesini etkilemektedir [8].

Tüm bunların göstergesinde afetler herhangi bir olayın direkt olarak kendisi değil o olayın meydana getirdiği sonuçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak bakıldığında genel anlamda afetler, toplumun afetle mücadele kapasitesinin üzerine çıkan, mevcut düzeni etkileyen, insanların hayatlarının ve mallarının kaybolmasına neden olan dışarıdan destek isteyen çok önemli olaylardır [9].

Genel anlamda afetler kaynaklarına göre insan kaynaklı olarak ya da doğa kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Burada kaynak bakımından afetin ne olduğu konusunda ayırt edici faktör insandır. Doğa kaynaklı afetlerin ortaya çıkışından herhangi bir insan faktöründe söz edilmezken, teknolojinin hatalı veya kasti olarak insanlar tarafında kullanılması sonucunda insan kaynaklı afetler ortaya çıkmaktadır [10].

2.1. Doğal Afetler

İnsanın var olduğu doğada görülebilen bazı değişiklikler nedeniyle bu değişikliklerden etkilenebilecek insanlar için tehlike unsuru ortaya çıkabilmekte ve doğa kaynaklı afetler gelişebilmektedir [11].

Doğa kaynaklı afetler aslında doğa olaylarının olumsuz sonuçlarıdır. Doğa kaynaklı afet ile bir doğa olayını ayırt eden en temel faktör toplum ve çevre üzerinde oluşturduğu zararlarıdır. Herhangi bir deprem, sel, heyelan, çığ gibi doğal olay meydana geldiğinde hiç kimse hiçbir şekilde zarar görmüyor veya çevre bu doğa olaylarından etkilenmiyor ise bu durum sadece doğa olayı olarak kalmakta ve afete dönüşmemektedir [12].

Çok eski zamanlardan beri insanlık tarihinde yer edinen doğa kaynaklı afetler, milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine neden olmakla birlikte küresel ısınma ve beraberinde getirdiği iklim değişikliği gibi nedenlerden dolayı günümüzde meydana geliş sayısında, gösterdikleri etkinin geniş alanlarda hissedilmesinde ve şiddetinde önemli artışlar meydana gelmiştir [13].

Dünyamızda meydana gelen doğal afetler incelendiğinde büyük bir çoğunluğunu meteorolojik kaynaklı doğa olaylarının neden olduğu bilinmektedir. Doğal afet türlerinden hangisinin daha önemli olduğu konusundaki sıralamalar ise ülkeler arasında, hatta bölgeler arasında farklılık göstermektedir. Doğa kaynaklı afetleri; deprem, volkan patlaması, tsunami vb. jeolojik kökenli doğa olayları meydana getirmekte ve bunlara ek olarak yine iklim değişikliği, kuraklık, hortum, yıldırım düşmesi, orman yangınları, çığ, sel ve taşkınlar gibi meteorolojik kökenli doğa olayları da doğal afetlerin açığa çıkmasına neden olmaktadır [9].

2.1.1. Deprem

Deprem, yer kabuğunda gelişen kırılmaların sebep olduğu enerjinin titreşim dalgaları şeklinde ilerleyerek geçtiği noktalarda hissedilmesi ve yeryüzünü sarsması olayıdır. Deprem ciddi sayıda can ve mal kayıplarına sebebiyet verebilen küçük yerleşim yerlerine ve hatta büyük şehirlere bile önemli zararlar verebilme potansiyeli olan bir afettir [13].

Günümüzde dünyamızda aynı yıl içerisinde büyük ve küçük çaplarda sayısız deprem meydana gelmektedir. Ortalama her iki dakika içerisinde yeni bir deprem meydana gelmekte

ve bu depremlerin büyük bir bölümü Pasifik Okyanusu'nu saran bir bölgede görülmektedir. Depremlerin başka bir görüldüğü kısmı ise Ortadoğu ve Güney Avrupa bölgeleri oluşturmaktadır. Şu ana kadar ise ölçümü yapılmış en büyük deprem 9.2 büyüklüğünde ve 1960 yılında Şili'de oluşmuştur [6].

Deprem meydana gelme süresi bakımından kısa, yarattığı etkiler ise çok uzun seneler boyu insanlar tarafından hissedilen doğal afet çeşididir. Türkiye'de depremlerin sıklıkla yaşandığı bölgeler bulunmakla birlikte ülkenin farklı noktalarında depremler açığa çıkmaktadır [8]. Depremlerin hemen ardından artçı depremler oluşabilmekte ve yine bir depremin başka bir doğal afetin başlatıcısı durumunda olduğu ikincil doğal afetler meydana gelebilmektedir. Depremlerin sarsıntısına bağlı olarak heyelanlar, çığ düşmeleri, tsunamiler gelişebilmekte, buna bağlı olarak da depremin toplum ve çevre üzerinde yaratacağı kayıplar arttıracığı için afetin boyutu büyüyebilmektedir [12].

Depremlerin etkisiyle barajlar hasar göyerek yıkılmakta, su borularında patlamalar gerçekleşmekte ve bunlara bağlı olarak ikincil olarak sel afetleriyle karşı karşıya gelme potansiyeli bulunmaktadır. Depremlerin tüm bu etkilerine yaşanmış örnekler üzerinde baktığımızda, Çin'de 1920 yılında görülen bir depremle birlikte, beraberinde toprak kaymasını tetiklemesi sonucunda 100 000'e yakın kişi hayatını kaybetmiştir [6].

Endonezya'da 7.7 büyüklüğünde açığa çıkan başka bir deprem sonrasında ise tsunami dalgaları oluşmuş, volkanik bir patlama meydana gelmiş ve aynı zaman diliminde birçok doğa olayı eş zamanlı olarak gelişmiştir. Mart 2011'de Japonya'da 8.9 büyüklüğünde ki bir depremde ise yine bir tsunami açığa çıkararak afetin boyutu ve yıkıcı etkisini arttırmıştır [10]. Yaşanan bu durumlara Türkiye üzerinden bakacak olursak 1939 yılında Erzincan'da yaşanan 7.9 büyüklüğündeki depremin ardından çığ ve heyelanlar oluşarak afet bölgesine giden yollarda tıkanmalar meydana gelmiş, buna bağlı olarak ulaşımı durdurma derecesine getirmiş ve afet bölgesine gerekli yardımların ulaştırılması konusunda engellerle karşılaşmıştır. Bununla birlikte bu depremin Karadeniz'e kıyısı bulunan bazı bölgelerde farklı boyutlarda tsunamilere neden olduğu bildirilmiştir. Kayıtlarda Marmara Depremi olarak geçen ve 1999 yılında 7.8 büyüklüğünde oluşan deprem sonrasında ise İzmit Körfezi kıyılarında tsunami etkilerine rastlanılmıştır. 2011 yılında Van'da görülen 7.2 büyüklüğündeki depremin ardından çeşitli büyüklüklerde 77 tane heyelan oluşmuş ve bu heyelanlardan bazıları hem ulaşım hem de yapılar üzerinde olumsuzluklar yaratarak direkt

etkilemiştir. Yine aynı şekilde 2019 yılında Denizli’ de 5.7 büyüklüğündeki depremin hemen ardından can kaybı olmamakla birlikte deprem bölgesinde heyelanlar ve kaya düşmeleri gerçekleşmiş ve bazı alanları etkilemiştir. 2020 yılında 6.8 büyüklüğündeki Elazığ depreminden hemen sonra ulaşım yollarında hasarlara neden olan kaya düşmeleri ve heyelanlar gelişmiştir. Son olarak baktığımızda 2020 yılında 6.9 büyüklüğündeki Ege bölgesinde kendini gösteren depremden sonra küçük çapta bir tsunami meydana gelerek can ve mal kayıplarını ortaya çıkarmıştır [12].

2.1.2. Tsunami

Tsunami kelime olarak Japonca’ dan Türkçe’ ye entegre olmuş ve liman dalgası manasında kullanılmaktadır. Okyanuslarda veya denizlerde oluşan büyük dalgaların neden olduğu doğal yollarla gelişen afet türüdür. Sıklıkla depremlerin hemen arkasında ortaya çıkan veya volkanik birtakım aktivitelere ya da kütle hareketlerine bağlı olarak ikincil bir doğal afet olarak gelişmektedir. Normal dalgalara nazaran daha uzun ve hızlı bir şekilde ilerleyen tsunami dalgaları bu yönüyle farklılık göstermektedir [12].

2.1.3. Sel ve taşkınlar

Birçok nedene dayalı olarak oluşan, suyun geniş alanlarda kontrol edilemez bir şekilde etkisini göstererek yükseldiği, can ve mal kayıplarına neden olabilen önemli bir doğal afettir. Seller oluşum sürelerine göre yavaş, hızlı ve ani olarak gelişebilmektedir. Süre olarak bir hafta gibi sürede veya da uzun sürede oluşan seller yavaş gelişen sellerdir. Birkaç gün içerisinde oluşan seller hızlı gelişen selleri meydana getirirken birkaç saat içerisinde oluşan seller ise ani selleri oluşturmaktadır [14].

Selin meydana geldiği bölgelerde ikincil bir doğal afet olarak aşırı yağışa bağlı heyelanlar da zaman zaman görülebilmektedir [15]. Ağustos ayının 17’ sinde 2019 yılında Düzce ilinde meydana gelen sel afetini takiben beraberinde çeşitli noktalarda heyelanların oluştuğu bildirilmiştir [14].

21 Eylül 2016’da Karadeniz’in kıyı kesiminde aşırı yağışlar sonrasında Trabzon ilinde sadece birkaç saat civarında sel afeti ortaya çıkmıştır. Sel ve aşırı yağışa bağlı olarak

köylerde farklı boyutlarda heyelanlar gelişmiş ve heyelanlardan etkilenen 46 konuttan 6'sı kullanılamaz duruma gelmiştir [16].

27 Ağustos 2010 tarihinde Rize'de meydana gelen başka bir sel afetinde ise yine ciddi miktarda düşen yağışlara paralel olarak seller ve bununla birlikte heyelanlar oluşmuştur. 14 kişinin yaşamını kaybettiği ve 20 evin yıkılmasına neden olan bu afette 100'ün üzerinde konut da hasar görmüştür [17].

11 Ağustos 2021 yılında da Kastamonu İli, Bozkurt İlçesinde aşırı yağışlara bağlı Ezine Çayı' nın debisinin yükselmesiyle sel meydana gelmiştir. Sel nedeniyle trafiğe kapanan yollar, yıkılan köprüler, altyapı hasarı ve heyelanlar oluşmuştur. AFAD tarafından 1 Eylül 2021 tarihinde yapılan duyuruya göre Kastamonu'da sel nedeniyle 71 kişi hayatını kaybetmiştir [18]. Kastamonu' da meydana gelen sel afeti ve binalarda yarattığı hasar Resim 2.1'de verilmiştir (Türk Kızılay,2021).



Resim 2.1. Kastamonu sel afeti sonrası binalarda ve şehir sokaklarında ortaya çıkan hasar

2.1.4. Heyelan

Yamaçlarda çeşitli faktörler sonucu gelişen dengesizliklere bağlı olarak, kütleler halinde arazinin yer değiştirmesi olayına heyelan denmektedir. Oluşan kütle hareketleri toprağın, tepenin ya da dağın tamamının aşağıya yönde hareket etmesine neden olmaktadır. Kütle hareketleri eğer sadece toprak tabakasını etkiyorsa buna toprak kayması, toprak tabakasına ek olarak birde yamaçtaki kayaları ve yamacın bir kısmını hareket ettirebilecek seviyede olması durumunda ise heyelan olarak tanımlanmaktadır [19].

11 Ağustos 2021 yılında da Sinop İli, Ayancık İlçesinde toplamda 2483 kişinin tahliyesiyle sonuçlanan sel felaketi yaşanmıştır. Yağış nedeniyle köprüler ve yollarda zararlar açığa çıkmış ve altyapı bu selden olumsuz etkilenmiştir. AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı)'ın yapmış olduğu 1 Eylül 2021 tarihli açıklamada ise 10 kişinin bu afette yaşamlarını yitirdiği belirtilmiştir [18]. Sinop' ta gerçekleşen sel sonrası gelişen toprak kaymaları ve yollar üzerinde oluşturduğu hasar Resim 2.2' de gösterilmiştir (Tolga Savaş,19 Ağustos 2021).



Resim 2.2. Sinop sel afeti sonrası yaşanan heyelan kaynaklı karayolu hasarı

2.1.5. Çığ

Dağlık arazilerin eğimi yüksek yamaçlarına fazla miktarda kar yağması sonucu oluşan kar tabakasının aşağıya doğru hareket etmesiyle çığlar gelişmektedir. Çığ oluşumunu etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler, yağışın miktarı, eğim, yükseklik gibi etkenlerden oluşmaktadır. Eğim açısından 35°- 45° arasındaki yamaçlar ise çığ afetleri oluşturma potansiyeli yüksek noktalardır [20].

Son zamanlarda dünyada genel olarak diğer doğal afetlerin sayısında yaşanan artışta olduğu gibi çığ düşmeleri sayısında da artış yaşanmıştır. Tahminlere göre her yıl dünyada toplamda ortalama olarak 250 kişi çığlar nedeniyle yaşamını kaybetmektedir. Çığ afetlerinden hemen sonra ikincil bir doğal afet olarak yine çığlar oluşabilmektedir. Nitekim 4-5 Şubat 2020

tarihlerinde Van'ın Bahçesaray yolu üzerinde aynı noktada artarda oluşan birinci ve ikincil çığ afetinde toplamda 42 kişi hayatını kaybetmiş ve 84 kişide yaralanmıştır [21].

2.1.6. Fırtına ve hortum

İnsanlar ve çevre için potansiyel afet riski oluşturan başka bir doğa olayı ise fırtınalardır. Fırtına kelimesi ilk akla gelen anlamıyla şiddetli esen rüzgarlar anlamını taşıyor olsa da aslında bir hava sistemini anlatmaktadır. Bu hava sistemi içerisinde ise şiddetli rüzgarların yanında, kuvvetli yağışlar, şimşek ve yıldırım düşmeleri de gözlemlenebilmektedir. Bir çeşit fırtına olan hortumlar ise başta tropikal bölgeler olmak üzere, denizler üzerinde oluşmakta ve sıklıkla ABD (Amerika Birleşik Devletleri) , Afrika gibi noktalarda görülmektedir [22].

2.1.7. İklim değişikliği ve kuraklık

İnsani faaliyetlere bağlı olarak atmosferde artış gösteren sera gazının tetiklediği küresel ısınma ve iklim değişikliği hayatımızın birçok alanını farklı şekillerde etkilemektedir. Bu etkiler gezegenimizde buzulların erimesi ve buna bağlı olarak deniz seviyesinde artış yaşanması, iklimsel bozulmalar, dengesiz yağışlar, seller, fırtınalar gibi meteorolojik afetlerin sayısında artışlar şeklinde yaşanmaktadır. Bunlarla birlikte küresel ısınmanın getirdiği kuraklık etkisiyle orman yangınlarının sayısında da artışlar görülmektedir [1].

İklim değişikliği ile ilgili IFRC (Uluslararası Kızılay-Kızıllaç Teşkilatları Federasyonu)'nin 2020 yılında yayınlamış olduğu Dünya Afet Raporu verileri incelendiğinde, 2010-2020 yılları arasında doğal yollarla oluşan afetlerin %83' lük bir kısmı seller, fırtınalar ve sıcak hava dalgaları gibi iklim kökenli nedenlerden dolayı gelişmiştir. İklim ve hava ile ilişkili afetlerin sayısı ise 1960 yılından bu yana artmakta iken 1990 yılından 2020 yılına kadarki dönemde bu afetlerin sayısında %35 artış yaşanmıştır. İklim kökenli afetlerin sayısı tüm afetlerin sayısı içerisindeki oranı 2000 yıllarında %76 iken 2010 yılından itibaren %83 olarak belirtilmiştir. İklim ile ilişkili afetlerin insanlar üzerinde oluşturduğu etkiye bakacak olursak 2010-2020 yılları arasında toplamda 410 000' den fazla insan yaşamını kaybetmiş ve 1.7 milyar insan da olumsuz yönde etkilenmiştir [23].

2.1.8. Orman yangınları

Yangınların oluşumuna genel olarak yıldırım düşmesi, kuraklık gibi doğal nedenlerin yanında insan aktiviteleri ve kasti olarak kundaklamalar zemin hazırlamaktadır [24]. Yakın tarihte 2019 yılının eylül ayında Avustralya’da gerçekleşen orman yangınlarında 19.4 milyon hektar gibi çok büyük bir alan yanmış ve yapılan tüm söndürme çalışmaları neticesinde söndürülmüştür [23].

28 Temmuz 2021 tarihinde Antalya ili Manavgat ilçesinde birçok farklı noktada ormanlık alanda yangın meydana gelmiştir. Yangınla birlikte evler tahliye edilmiş ve işyerleri, evler, ağrılar, seralar, araçlar yangından zarar görmüştür [18]. Antalya/Manavgat orman yangını ve söndürme çalışmalarından bir kesit Resim 2.3’ de gösterilmiştir (Türk Kızılay,2021).



Resim 2.3. Antalya/Manavgat orman yangınları söndürme çalışması

2.1.9. Volkanik patlamalar

Volkanlar farklı yollarla zararlara neden olarak afetler ortaya çıkarabilmektedir. Volkanlar etkilerini ürettikleri lavlar ile canlılar ve yapı unsurları üzerinde göstererek bunların yok olmasına neden olabilmekte, aynı zamanda zehirli gazları üretmesi nedeniyle insanları etkileyebilmektedir. Günümüzde ise aktif volkanların büyük birçoğu Pasifik Okyanusu, Afrika’nın doğu kıyı kesimleri, Avrupa’nın güneyi ve Atlantik Okyanusu’nun orta bölümünde yer edinmektedir [24].

2.2. İnsan Kaynaklı Afetler

İnsan kaynaklı afetler genel anlamıyla insan etkisi veya doğrudan insan ilişkisine dayalı nedenlerden dolayı ortaya çıkan ve doğa ile herhangi bir neden-sonuç ilişkisi bulunmayan afetlerdir. İnsan kaynaklı afetler de tıpkı doğa kaynaklı afetlerde olduğu gibi çok geniş alanlarda yapıları ve çevreyi etkileyebilmekte, yaralanmalara sebep olabilmekte ve hatta ölümleri ortaya çıkarabilmektedir. Asit yağmurları, terör saldırıları, hava kirliliği, siber saldırılar ve sabotaj gibi saldırılar insan kaynaklı afetler sınıfında yer alırken bu örnekler arttırılabilmektedir [13].

Bu tür afetler aynı zamanda yaşanan ulaşım kazaları nedeniyle ya da endüstriyel kazalardan kaynaklanan afetlerden dolayı da gelişebilmektedir. Yangınlar, patlamalar, kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ajanların neden olduğu afetler de bu kapsamda yer almaktadır [23].

Ulaşım kazalarının oluşturduğu afetleri genel çerçevede havayolu kazaları, gemi kazaları, tren kazaları gibi durumlar ortaya çıkarırken tehlikeli birçok kimyasal maddenin taşınması esnasında gelişen afetler de bu kapsamda yer almaktadır [8].

2.2.1. Karayolu kazaları

Karayolu kazaları genel olarak çağımızda artan araç sayısı ile birlikte mekanik ve insan kusurlarına bağlı olarak görülen ihlal ve kural hatalarının beraberinde getirdiği nedenlere dayalı gelişmektedir [24].

Bu duruma ek olarak tehlike oluşturan maddeler üretildikleri, depolandıkları noktalarda kaza sonucu toplum ve çevre üzerinde ağır zararlar yaratabileceği gibi aynı tehlikeli maddeler karayolu taşımacılığı sırasında gerçekleşen kazalara bağlı olarak zarar yaratma potansiyeli taşımaktadır. Özellikle karayolunda tehlikeli madde taşımacılığında akaryakıt ürünleri, benzin, motorin, LPG (Likit Petrol Gazı) gibi maddeler veya farklı kimyasallar taşınmakta ve riskler açığa çıkarmaktadır [25].

Karayollarında taşınan maddenin tehlikeli olması nedeniyle kaza potansiyeli ve riskleri azaltmak için hangi maddenin hangi şartlarda neye uygun olarak taşınması gerektiğini

standartlaştıran “Tehlikeli Malların Karayoluyla Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması” oluşturulmuştur [26].

2.2.2. Denizyolu kazaları

Denizyolu kazalarının sayısı günümüzde her ne kadar azalmış olsa da zaman zaman meydana gelebilmektedir. Birçok kaza günümüzde artık kanallarda, koylarda, körfezlerde meydana gelmekte ve gemilere gereğinden fazla yük yüklenmesi, ömrünü doldurmuş gemilerin kullanılmasına bağlı olarak gelişmektedir. Bununla birlikte denizlerde gelişen kazaların neden olduğu ekolojik bazı felaketlerde ortaya çıkabilmektedir. Bunlar gemide petrol ve türevlerinin veya kimyasal ürünlerin denize sızması şeklinde ya da kasten boşaltılması şeklinde olabilmektedir [24].

Önceki yıllardan günümüze kadar insanların can ve mallarını kaybetmesine neden olan, çevre açısından büyük sorunlar yaratan denizyolu kazaları yaşanmıştır. Örneğin; 19 Mart 2013 yılında Doğu Çin Denizi’ nde bir konteyner gemisi ile bir dökme yük gemisinin çarpışma yaşaması sonucu gemilerde hasarlar oluşmasının yanında, denize çok miktarda yakıt sızmış ve kirlilik oluşmuştur. Yine aynı benzer olay 6 Ocak 2018 yılında tekrardan Doğu Çin Denizi’ nde gelişmiştir. Bir petrol tankeri gemisi ve dökme yük gemisi çarpışma yaşayarak denize ciddi miktarda yoğun petrol karışmasına sebep olmuştur. Bu kazada gemide yaşanan patlama ve sonrasında gemi batması nedeniyle 3 kişi hayatını kaybetmiş ve 29 kişi de kaybolmuştur. Başka bir olay ise 9 Mart 2015 yılında kimyasal bir madde olan “Metil tert butil eter” maddesi ile yüklü olan bir geminin başka bir gemiyle çarpışma yaşaması neticesinde oluşmuş ve gemideki bulunan kimyasallar ortama yayılarak gemide bulunan insanları da etkilemiştir [27]. Türkiye’nin en önemli boğazlarından birisi olan İstanbul Boğazı, çok eski tarihlerden bu yana birçok deniz kazasının yaşandığı noktalardan olmuştur. Gerçekleşen kazalar birçok can kaybına neden olmasının yanında hem Türkiye hem de tüm dünya için paniğe neden olabilecek çevresel boyutlardaki faciaların yaşanmasına da kaynaklık etmiştir [28].

Çeşitli nedenlere dayalı olarak dünyanın en dar boğazlarından birisi olan İstanbul boğazında;

- 14 Aralık 1960, 15 Eylül 1964 ve 1 Mart 1966 yılında yaşanan kazalarda on binlerce ton petrol denize karışarak deniz kirliliklerine neden olmuştur.

- 1979 yılında gerçekleşen iki geminin karıştığı deniz kazasında 95 000 ton petrolün denize dökülmesiyle birlikte, yangın ve patlamaların bu duruma eşlik etmesi neticesinde İstanbul Boğazı'nda çevresel sorunlar ortaya çıkmış ve İstanbul'da hava kalitesi bu durumdan olumsuz etkilenmiştir.
- 29 Mart 1990 yılında yaşanan kazada 2600 ton gaz boğaza karışmıştır.
- 1994 yılında yaşanan başka bir kazada ise iki geminin çarpışması nedeniyle petrol yüklü gemiden boğaza petrol dökülerek bir hafta boyunca yanmış ve ciddi seviyelerde çevre sorunları eşlik etmiştir [29].

2.2.3. Demiryolu kazaları

Yaygın olarak demiryolu kazalarının temelinde insan hatası, doğal olayların etkisi ve sabotaj gibi farklı nedenler yatmaktadır. Yaşanan kazalar nedeniyle ise birçok kişi hayatını kaybetmekte ve maddi kayıplar oluşmaktadır [24].

Demiryolları çevreye az zarar vermeleri, düşük maliyetli olmaları ve uzun mesafeli yollarda taşımacılık yönünden yüksek avantajlarının olmasının yanında tehlikeli maddelerin de bu yollarla taşınmasının gerçekleşebildiği durumlar oluşmaktadır. Tehlikeli maddelerin taşınmasının yapıldığı bu vagonlar ise özel alaşımlı maddelerden üretilmekte ve kimyasal maddeler için vagonlarda ısının dengesini sağlayan izole odalar oluşturularak güvenlik önlemleri alınmaktadır [26].

Günümüzde zamanla daha da önem kazanan ve yaygınlaşan yüksek hızlı trenler ise farklı doğal olaylardan etkilenerek önemli kazaların gelişmesinde rol almaktadır. Depremler, fırtınalar, yoğun kar yağışları, yağmur yağışları, heyelanlar gibi doğa olayları, tren yolu kazalarını tetikleyerek doğa olaylarının afetlere dönüşmesine neden olmaktadır. Yoğun yağışlar sonucu seller ve heyelanlar demiryolları üzerinde hasarlar yaratabilmekte, yoğun kar yağışı olan noktalarda çığ düşmeleri direkt olarak trenlerin geçiş güzergahında ortaya çıkarak kazalara neden olmakta veya fırtınalı havalarda trenler raylardan çıkarak kazalar gelişebilmektedir. Aynı zamanda depremlerin raylar üzerinde yarattığı hasar nedeniyle kazalar oluşabilmektedir [30]. Bu tip kazalara örnek verilecek olursa 2011 yılında Japonya'da meydana gelen deprem ve eşlik eden tsunami, başta tren rayları olmak üzere vagon ve istasyonlara ciddi zararlar vermiştir. 1999 yılında Türkiye' de gerçekleşen

depremde meydana gelen fay çatlağı nedeniyle Haydarpaşa ile Ankara arasında bulunan demir yolu hattı üç noktada hasar görmüş ve ulaşım kesilmiştir [31].

2.2.4. Havayolu kazaları

Havayolu günümüzde en çok kullanılan ulaşım türü olmakla birlikte çok güvenilir ve hızlı bir ulaşım sağlaması, fazla talep görmesinin en büyük nedenidir. Her ne kadar güvenilir olsa da bu kazaların yaşanmayacağı anlamına gelmemektedir. Geçmiş yıllardan günümüze kadar birçok uçak kazası gerçekleşmiş ve toplu can kayıpları yaşanmıştır [32]. Havayolu kazaları genellikle uçakta görülen yangınlar, pilot hataları, uçaktaki teknik aksaklıklar, bombalı saldırı gibi durumlar neticesinde gerçekleşmekte ve can kayıpları ile mal kayıplarını açığa çıkarmaktadır [24].

Yaşanan kazalardan bazılarını bakıldığında, 1956 yılında iki uçak Amerika' nın Grand Kanyonu' üzerinde uçuş yaparken çarpışması nedeniyle 128 yolcu yaşamını kaybetmiştir. 1945 yılında ise Güney Caroline Floransa' da bir uçakta nedeni tespit edilemeyen bir yangın oluşmuştur. Aynı şekilde bu olaydan 4 yıl sonra 1949 yılında Brezilya' da bir uçakta yangın gelişmiş ve uçağın kargo bölümü yanmıştır. 1960 ve 2000 yıllarında ise kuş sürüsünün uçaklarla çarpışmasına bağlı uçakların motor kısmında görülen arızaların doğurduğu iki kaza oluşmuştur [32]. 2010 yılında lityum pillerinin bulunduğu konteynırları taşıyan bir kargo uçağında pillerden kaynaklı yangın meydana gelmiş ve bunun sonucunda uçak düşerek iki pilotun yaşamını kaybetmesine neden olmuştur. 2013 yılında yolcu uçağında yetkililerin izni olmadan, yasak olmasına rağmen uçağın kargo bölümünde oksijen jeneratörleri yerleştirilmiş, aynı zamanda kargo bölümünde yer alan aerosol maddeler ile farklı kimyasal yanıcıların etkileşime girmesi ile yangın açığa çıkmıştır. 2013 yılında yaşanan başka bir kazada ise bagajda gliserin ve potasyum permanganete birlikte taşınması neticesinde yangın ortaya çıkmıştır [33].

2.2.5. Çökme ve maden kazaları

Dünyada hızlı bir şekilde artış gösteren nüfus ve buna paralel olarak artan üretimin getirdiği hammadde ihtiyacı beraberinde madencilikteki üretimi de arttırmıştır. Maden üretiminde yaşanan artışlar ise madenlerde çalışan insanlar için güvenlik tedbirlerinde eksiklikler görülmesine ve maden kazalarına zemin hazırlamıştır. Madencilik mesleğinde kendine has

riskler barındıran, çalışanlar için ciddi sorunlar yaratacak kazalar yer almaktadır. Grizu patlaması, kömür tozu patlaması, göçük, ocak yangınları, su baskını ve şev kayması gibi madencilik mesleğinin sıklıkla karşı karşıya geldiği kazalar yaşanabilmektedir [34].

Ülkemizde yaşanan yakın zamanın maden kazası facialarından bazılarına bakıldığında 13 Mayıs 2014 senesinde Manisa' ya bağlı Soma ilçesinde bir kömür madeninde kaza yaşanmıştır. Kömür madeninde yaşanan bir yangına bağlı olarak bu kazada 301 çalışan yangının yaydığı zehirli gazlardan etkilenerek hayatını kaybetmiştir [35].

Kastamonu'nun Küre ilçesinde, 2004 yılında yaşanan yer altı bakır işletmesindeki maden kazasında ise yaşanan yangın ve beraberindeki karbon monoksit gibi zehirli gazların etkisiyle 19 can kaybı oluşmuştur. 28 Ekim 2014 sendesinde Ermenek' de yaşanan başka bir maden kazasında, madende yaşanan ani su baskını nedeniyle ocakta çalışan 18 kişi yaşamlarını kaybetmiştir. 3 Mart 1992' de yaşanan Kozlu maden kazasında taş kömürü ocağındaki patlama nedeniyle 263 çalışan yaşamlarını kaybetmiştir. 7 Mart 1983 yılında ise Zonguldak'ın Ereğli ilçesindeki bir madende yaşanan patlama 103 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır [34].

Dünyada ortaya çıkan büyük maden kazalarından bazılarına bakıldığında, Fransa'da Courrières' de meydana gelen maden kazasında yaşanan patlama nedeniyle 1060 kişi hayatını kaybetmiştir. 1907 yılındaki Monongah maden kazasında oluşan patlama nedeniyle 362 kişi, 1913 yılındaki Senghenydd maden kazasında patlama nedeni 440 kişi, 1942 yılında yaşanan Benxihu maden kazasındaki patlama nedeniyle ise 1549 kişi hayatını kaybetmiştir [34].

2.2.6. Endüstriyel kazalar

Endüstriyel kuruluşların bünyelerinde bulundurdıkları tehlikeli maddelerin neden olduğu ve birtakım aksaklıklar sonucu ortaya çıkan kazalar, hem endüstriyel binalar hem de kazanın meydana geldiği çevre üzerinde ağır etkiler yaratmaktadır. Bunlara ek olarak aynı zamanda bu etkilerinin yanında insanların hayatlarını kaybetmesine, zehirlenmesine, yaralanmasına neden olmakta ve ağır maddi kayıpların yaşanmasına yol açmaktadır. Kazayı ortaya çıkaran etmenler ise sıklıkla insan hatasına dayalı olarak gerekli önlemlerin ve yasal kuralların uyulmamasına bağlı olabileceği gibi endüstri kuruluşlarının yanlış yerlere kurulması ve

çevredeki diğer yapı unsurlarıyla etkileşimi gibi hususların dikkate alınmamasına bağlı olarak da gelişebilmektedir [36].

Endüstri tesisinde yaşanan patlamalar, oluşan yangınlar, toksik özellikleri bulunan maddeler ve tehlikeli kimyasal maddelerin sızıntısı gibi birçok durum endüstri kazalarını oluşturmaktadır. Kimyasal gazların, kazanın meydana geldiği endüstri tesisinden çevreye yayılmasıyla çok geniş alanlar bu gazın etkisi altında kalabilmekte çevredeki insanlar, bitkiler, hayvanlar, etkilenebilmektedir. Yaşanan patlama ve kimyasalın miktarına göre endüstriyel kazalar, tüm ekosistemin dengesinin bozulmasına dahi yol açabilmektedir [24]. Tüm bu yönleriyle düşünüldüğünde petrokimya tesisleri, kimya tesisleri, gaz ve parlayıcı depoları, kimyasal madde depoları, yapay gübre üretim tesisleri, LPG depoları, endüstriyel kazalar açısından büyük risk taşıyan tesisleri ifade etmektedir [37].

2.2.7. KBRN kazaları

Son zamanlarda süratle gelişen teknolojiyi takiben, bir de KBRN maddelerini barındıran olayların ortaya çıkma ihtimali de artış göstermiştir. KBRN gibi olaylar günümüzde düşük bir ihtimal gibi düşünülse de bu tip olayların yaşanması halinde toplumu büyük ölçüde etkileyebileceği bilinmektedir [38]. Her ne kadar KBRN maddelerinden bazıları ayrı ayrı farklı alanlarda yarar sağlamak için toplumun hizmeti amacıyla kullanılmak istense de çok tehlikeli olmaları ve meydana gelecek kazalar sonucu yaratacağı büyük etkiler yönünden insanlığı felaket senaryolarıyla karşı karşıya bırakabilmektedir. Yaratacağı etkiler yönünden ise etkilenen toplumun ağır hastalıklar geçirmesine, kalıcı sağlık sorunlarına ya da ölümlere neden olabilmektedir [39].

3. KBRN GENEL TANIMI VE İLGİLİ TERİMLER

KBRN, insanları birey ya da toplum düzeyinde etkileyebilen, önemli sağlık problemlerinin gelişmesine sebep olabilecek seviyelerde, insan kaynaklı ya da tamamen doğal faktörlere dayanarak kendisini gösteren, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer ajanların sebep olduğu durumlardır [5].

Kimyasal tehlikeler; zarar verici etkileri bulunan endüstriyel kimyasallar ve evlerde kullandığımız kimyasalları da kapsayan maddelerin sebebiyet verdiği, insanlarda zehirleyici etkiler yaratan durumları ya da yaralanmaları içermektedir. Biyolojik tehlikeler; tehdit oluşturan bakteriler, hastalıklara neden olan virüsler veya zararlı toksinlerin bilerek insanlara zarar vermek niyetiyle yapılan saldırıların neden olabileceği durumları ifade ederken radyolojik tehlikeler, toplum ve halkın radyoaktif maddelere açık bir hale gelmesi sonucunda ortaya çıkan hastalıkları içermektedir. Nükleer tehlikeleri ise, çeşitli nedenlere bağlı olarak nükleer patlamalar sonrasında ortaya çıkan nükleer radyasyon ve bu radyasyonun etkilerinin yarattığı sağlık problemlerini içermektedir [40].

Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer kelimelerinin baş harflerinin oluşturduğu KBRN kısaltması çok daha önceleri literatürde NBC (Nükleer, Biyolojik, Kimyasal) ifadesiyle yer almaktaydı [41]. KBRN aynı zamanda uluslararası literatürde KBRN-P olarak da yer almakta olup en sona gelen "P" harfi yüksek tesire sahip patlayıcıları ifade etmek amacıyla kullanılmıştır [42]. Hedeflenen bir noktaya ve topluma ekonomik yönden zarar vermek, altyapıyı hasara uğratmak, kapasiteyi etkisizleştirmek, canlıları öldürmek ya da yok etmek amacıyla kasti niyetle yapılan eylemler KBRN-P olaylarıdır [43]. Bu yönüyle ele alındığında KBRN ajanları bilerek zarar verme niyeti ile silah olarak kullanılması neticesinde KİS (Kitle İmha Silahları)'e dönüşmektedir [39]. KİS, KBRN maddelerini bir yerden bir yere transferini sağlamak, kullanmak veya fırlatılmasını sağlayacak sistemler ve silahları tanımlayan teçhizatları tanımlamak için kullanılan bir kısaltmadır. Bu silahlar kullanıldıkları taktirde diğer silahlara nazaran daha fazla canlıyı ve toplumu etkisi altına alarak büyük yıkımlara neden olması yönüyle farklılık göstermektedir [44].

KBRN tehlikesi ve tehditleri, terör amacıyla kasten bu maddelerin silah olarak kullanılma potansiyeli, endüstride üretim amacıyla geniş alanlarda kullanılma durumu, sağlık kuruluşlarında, laboratuvarlarda ya da bilimsel çalışmalar yapılırken kullanılması sırasında

bu maddeleri bulunduran tesislerde gelişen kazaların neden olduğu ve toplum üzerinde yaratacağı tehlike durumunu açıklar [41].

KBRN maddelerinin herhangi bir canlı veya cansız madde ile kontaminasyonu ya da çevre ile etkileşimi sonrası ortaya çıkan durum ise KBRN kirlenmesi olarak adlandırılmaktadır. KBRN ajanlarının istem dışı şekilde veya kasti amaçlarla kullanılması sonucunda toplum ve çevre üzerinde zararlara neden olan olaylar KBRN olaylarını tanımlamaktadır. KBRN maddelerinin yayılım göstermesiyle çevrenin ve insanların bu durumdan etkilenerek zarar görmesi durumu ise KBRN riskini tanımlamaktadır [45].

3.1. Kimyasal Tehditler

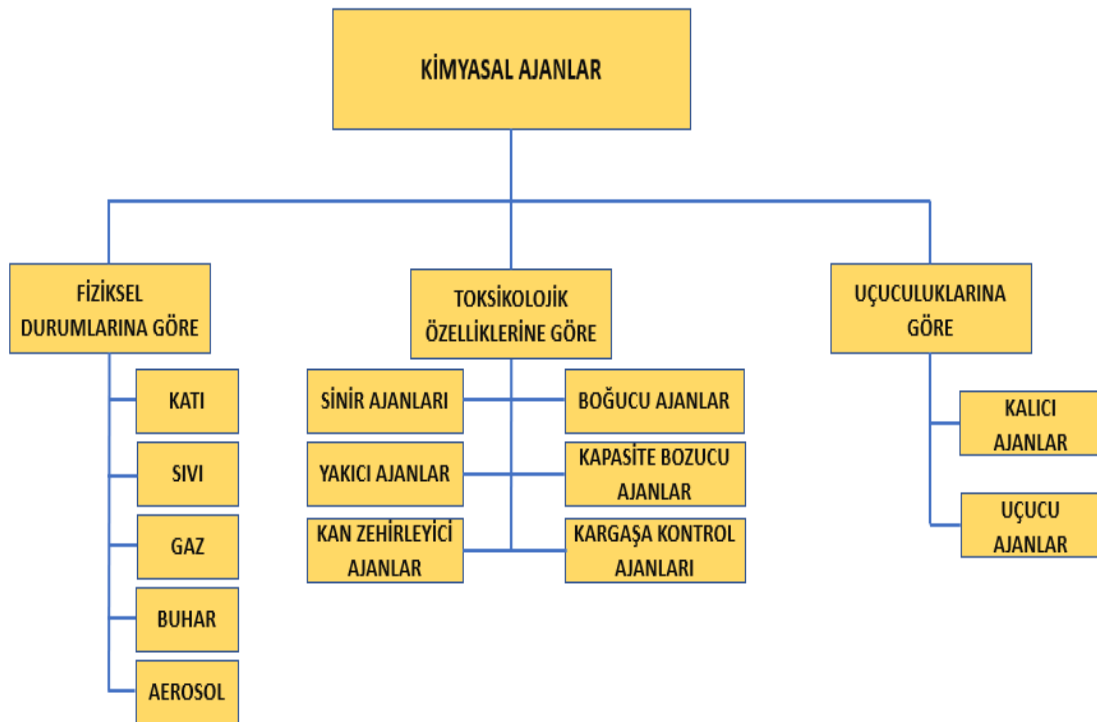
Kimyasal tehditler doğal yollarla kendi kendine açığa çıkabilen ya da yapay olarak insanlar tarafından birtakım işlemler gerçekleştirilerek üretilen toksik kimyasallardır. Kimyasal maddeler, insanlara, hayvanlara ve çevreye ağır zararlar vermek, toplumun üzerinde korku, endişe, panik ve kargaşa yaratmak için terör grupları tarafından kimyasal savaş ajanı olarak da kullanılmaktadır [46].

Bu yönüyle terörist eylemlerde kimyasal savaş ajanlarının kullanılmasındaki asıl amaç canlıları öldürmek, zarar vermek veya etkisiz hale getirmektir [46]. Aynı zamanda bu kimyasal maddeleri kullanarak saldırıda bulunan terör örgütleri canlıların temel yaşam kaynaklarını kullanılamaz hale getirmek ve besin maddelerinin bu ajanlarla temasını hedeflemektedir [47]. Kimyasal savaş ajanlarının terör amacıyla kullanılmasına ek olarak, endüstri alanında kullanılan zehirli kimyasallar ve evlerimizde kullandığımız evsel kimyasallar da kimyasal tehditleri oluşturmaktadır [4].

Endüstri alanında son ürün, ara ürün ya da hammadde amaçlı üretilen bu kimyasallar, tarımsal faaliyetlerde üretim miktarının artırılması, ilaç oluşumu vb. durumlar için de kullanılmaktadır. Endüstriyel alandaki bu tehlikeli kimyasalların kaynağını ise üretim gerçekleştiren tesisler, hastane ve laboratuvar gibi noktalar oluşturmaktadır. Evsel kimyasallarla ise günlük yaşantımızda sıklıkla karşılaşılmaktadır. Temizlik malzemeleri, böcek ilaçları, bahçede kullandığımız ürünler, piller gibi birçok ürün tehlikeli evsel kimyasalların kaynaklarını oluşturmaktadır [45].

3.1.1. Kimyasal savaş ajanlarının sınıflandırılması

Kimyasal ajanlar sınıflandırma bakımından ele alındığında fiziksel durumlarına, toksikolojik özelliklerine ve uçuculuk durumlarına göre üç ana başlık altında incelenmektedir. Fiziksel olarak incelediğimizde katı, sıvı, gaz, buhar veya aerosol halde ortamda bulunabilmekte iken uçuculuk yönünden incelediğimizde kalıcı olan kimyasal gazlar ve uçucu olan kimyasal gazlar şeklinde sınıflandırılabilir [41]. Kalıcı olan kimyasal ajanlar bulunduğu ortamda 30 dakikadan uzun süre kalabilen ajanlardır ve zarar verici etkilerini deri ile olan temasıyla göstermektedirler. Uçucu olan kimyasal ajanlar ise 30 dakikadan daha az süre de çevrede olan kalıcılığını kaybeden ajanlardır. Bu tür ajanların kolayca buharlaşması nedeni ile solunum yolu üzerinden canlılar üzerinde etkisini göstermektedir [45]. Kimyasal ajanlara yönelik oluşturulmuş sınıflandırma Şekil 3.1’de gösterilmektedir [41].



Şekil 3.1. Kimyasal ajanların sınıflandırılması

i- Sinir ajanları

Sinir ajanları, canlının doğrudan sinir sistemini etkileyerek zararlar yaratan kimyasal maddelerdir. Kimyasal ajanlar sınıfının içerisinde yer alan en zararlı ajanların sinir ajanları olduğu bilinmektedir. İnsan eliyle oluşturulmuş maddeler içerisinde en zararlı olanı olarak düşünülmekle birlikte çok az miktarlarda dahi vücuda alınması sonucunda ölümcül olabilmektedir [42].

Sinir ajanları genellikle son zamanlarda terör amaçlı olarak saldırılarda ve terör eylemlerinde sıklıkla kullanılma potansiyeli en yüksek ajan olmuştur. Kolay üretilibilmeleri yönüyle de en çok tercih edilen kimyasal ajanlar içerisinde yer almaktadır. Uçuculuk açısından da farklılıklar gözlemlenebilen sinir ajanlarının bazıları uçucu, yani uzun süre ortamda kalamayan özellikte iken bazıları da uçuculuğu düşük olanlar, yani ortamda uzun süre kalabilen ajanlar şeklindedir [5].

En çok bilinen kimyasal sinir ajanları, G grubu ve V grubu olmak üzere iki grup şeklinde ayrılmıştır. G grubunu oluşturan ajanlardan bazıları Tabun (GA), Sarin (GB), Soman (GD), Siklosarin (GF), şeklinde iken V grubunda da Venom Benzeri Ajan (VX) olarak adlandırılan ajanlar yer almaktadır [48].

G grubunda yer alan tabun ve sarin gibi sinir ajanları ortamda kısa bir süreliğine kalabilmekte iken soman ve siklosarin gibi sinir ajanları daha uzun süreler ortamda kalarak insan ve cilt sağlığı açısından çok daha büyük problemler oluşmasına neden olmaktadır. V grubunda bulunan ajanlar ise yapıları gereği oldukça kuvvetli olan sinir ajanları olmakla beraber bulunduğu ortamda kendini çok uzun süreler muhafaza edebilen ajanlardır. V ajanlarının miligramla ifade edilen küçücük bir ölçüsü dahi ölümlere yol açabilmektedir [5]. (G) grubu ve (V) grubu sinir ajanları ile bu ajanlara ait özellikler Çizelge 3.1' de gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.1. Sinir ajanı örnekleri ve özellikleri

AJANIN TÜRÜ	AJANIN GRUBU	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
SİNİR AJANLARI	G Grubu	Tabun (GA)	<ul style="list-style-type: none"> Oda sıcaklığında sıvı haldedir. Buhar hali renksiz bir görünümündedir. Buhar hali renksizdir.
		Sarin (GB)	<ul style="list-style-type: none"> Oda sıcaklığında sıvı haldedir Sıvı ve buhar hali renksizdir. Renk ve kokuya sahip olmadığı için fark edilmesi güçtür. G grubu sinir ajanları içinde uçuculuğu en yüksek olan ajandır.
		Soman (GD)	<ul style="list-style-type: none"> Oda sıcaklığında sıvı ve renksizdir. Saf yapıda bulunan soman meyve kokusuna yakın bir kokuyu anımsatır. G grubu sinir ajanları içinde öldürücülüğü en fazla olan ajandır.
		Siklosarin (GF)	<ul style="list-style-type: none"> Oda sıcaklığında sıvı haldedir. Şeftali kokusunu çağrıştıran bir ajandır. Kalıcılığı Sarin ajanına kıyasla 20 kat daha yüksektir.
		Goman	<ul style="list-style-type: none"> V grubu sinir ajanları içinde yer alır. Rengi ve kokusu bulunmamaktadır. Öldürücülüğü diğer sinir ajanlarından daha yüksektir. Uçuculuğu düşüktür. Donma derecelerinin düşük olması, çok soğuk havalarda dahi haftalarca bulunduğu ortamda kalabilmesine neden olabilmektedir.
	V Grubu	VX	
		VR-55	
		TGD	<ul style="list-style-type: none"> Sinir ajanlarının en öldürücü olanı VX ajandır.

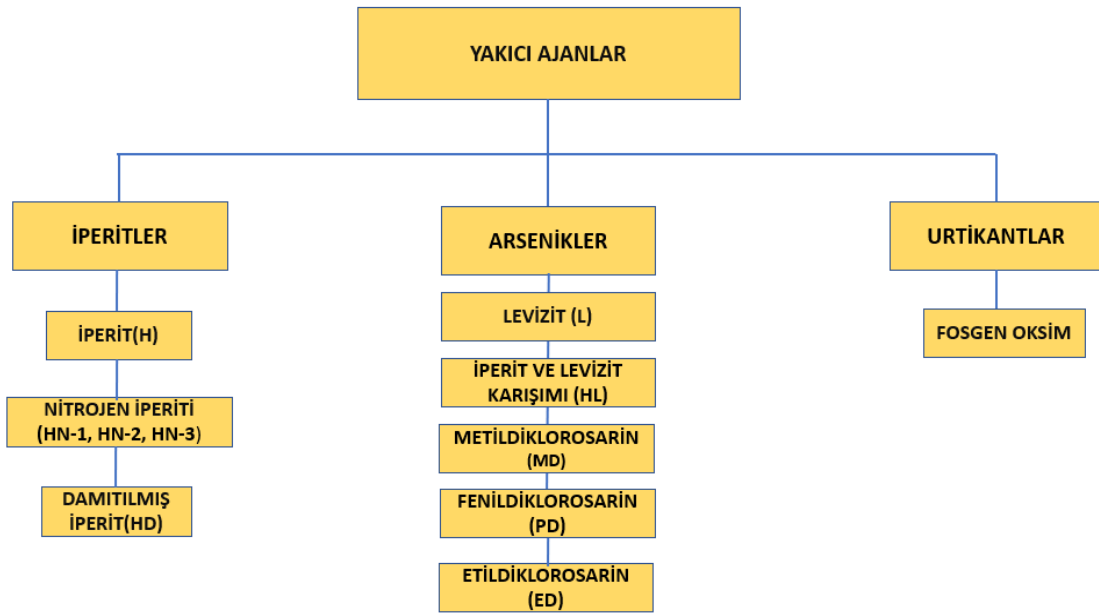
ii- Yakıcı ajanlar

Yakıcı ajanlar ya da başka bir ifadeyle ciltte lezyonların oluşmasına neden olması yönüyle kabarcık gazları olarak adlandırılan bu gazlar son derece tehlikeli, kolay ulaşılabilen, ucuz ve kullanıldığında çevredeki varlığını uzun süre boyunca koruyabilen bir kimyasal ajan çeşididir. Bu nedenledir ki bu ajanlar sıklıkla tercih edilmekle ve kullanılmaktadır [4].

Yakıcı ajanlarla karşılaşır kontamine olduğunda öldürücü etkilerini ortaya çıkarmaları zaman alabilmektedir. Bu durumu en iyi açıklayan örnek ise 1. Dünya Savaşı'nda yakıcı ajanların kullanımından sonra gözlemlenen ölümlerin seyrini ve zamanı gösteren kayıtlardır. Savaş esnasında ajana maruz kalanlarda akut dönemde ölümler daha az iken ileriki

dönemlerde hastalığın tedavisi sürecinde yaşanan ölümlerin daha yüksek olduğu bilinmektedir [42].

Yakıcı ajanlar üç sınıfa ayrılmakla birlikte, bu üç sınıfı iperitler, arsenikler, urtikantlar oluşturmaktadır. İperitler de kendi arasında, iperit (H), nitrojen iperiti (HN-1, HN-2, HN-3) ve damıtılmış iperit (HD) olmak üzere ayrılmaktadır. Başka bir yakıcı ajan sınıfı ise arseniktir. Yapısında arsenik atomu barındıran moleküllerin oluşturduğu ajanlardır. Arseniklerde kendi içlerinde levizit (L), iperit ve levizitin birleşimi (HL), metildiklorosarin (MD), fenildiklorosarin (PD), etildiklorosarin (ED), olarak beşe ayrılmaktadır. Son olarak diğer bir yakıcı ajan sınıfı ise urtikantlardır ve bunların en önemlisi de fosgen oksimdir. Yakıcı ajanlara yönelik oluşturulmuş sınıflandırma Şekil 3.2’ de gösterilmiştir [49].



Şekil 3.2. Yakıcı ajanlara yönelik oluşturulmuş sınıflandırma

Hardal gazları olarak bilinen kimyasal ajanlar aslında damıtılmış iperittir [49]. Hardal gazının uçuculuğu düşüktür, sıvı veya gaz halinde bulunuyorken vücudun farklı noktalarında tahribat yaratma gücüne sahiptir. Koku olarak hardal gazı ajanları soğan, sarımsak veya yabani turp kokusunu anımsatan bir kokuya sahiptir [5]. Yakıcı ajan örnekleri ve bu ajanların özellikleri Çizelge 3.2’de gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.2. Yakıcı ajan örnekleri ve özellikleri

AJANIN TÜRÜ	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
YAKICI AJANLAR	HN-1	<ul style="list-style-type: none"> Koyu renge sahip sıvı bir kimyasaldır. Balık veya küfü çağrıştıran bir kokusu vardır.
	HN-2	<ul style="list-style-type: none"> HN1 molekülünde yer alan etil yerine metil grubunun bağlanmasıyla elde edilir. Koyu renk, sıvı halde bulunan ve sabun ya da meyve kokusuna yakın bir kokuya sahiptir.
	Levizit (L)	<ul style="list-style-type: none"> Saf halde renk ve kokuya sahip değildir. Saf yapıda değilken kahverengiye yakın bir renkte ve sardunya kokusunu anımsatan kokudadır.
	Fosgen Oksim	<ul style="list-style-type: none"> Beyaz kristalli ve toz halindedir.

iii- Kan zehirleyici ajanlar

Kan zehirleyici ajanların vücutta etki gösterme prensibi, dokulara oksijen ulaşımının önüne geçerek zehirleyici etki mekanizmasını yaratmaktır. Bu grupta yer alan ajanların genel özellikleri hücredeki solunum mekanizmasını etkisiz hale getiren yapıdaki kimyasallar olmasıdır [50].

Kan zehirleyici ajanlar arasında yer alan (CO) karbon monoksit, (CK) siyanojen klorür, (AC) hidrojen siyanür ve (SA) Arsin gibi ajanlar yer almakta olup bu kimyasal kan zehirleyicilerin öldürücü olabilmeleri için belirli bir dozda veya konsantrasyonda maruziyetin söz konusu olması gerekmektedir. Normal şartlarda sıvı olarak bulunan bu ajanların patlamalar sonrasında buhar haline gelmekte, buhar halleri ise sıvı hallerine göre çok daha tehlikelidir ve zarar vermektedir [44].

Bu sınıfta yer alan kimyasal ajanlarla çoğunlukla kimya endüstrilerinde karşılaşmaktadır. Karbon monoksit gazı birçok nedene bağlı olarak gerek motorlu araçların egzozlarından gerekse yangın ve patlama gibi olayların sonucunda açığa çıkarak zehirlenmeler meydana getirebilmektedir. Herhangi bir renge sahip olmayan Hidrojen Siyanür ise, koku olarak acımsı badem gibi kokmakla birlikte genellikle fark edilmesi zor bir ajandır. Siyanojen Klorür de sanayide kullanım alanı oluşturmuş, renksiz bir yapıda olmasının yanında uçucu ve maruz kalındığında önemli derecede zararlar yaratan bir ajandır [42].

Arsin, renksiz bir gaz olmakla birlikte diğer kan zehirleyici ajanlardan farklı olarak sarımsak kokusunu çağrıştıran bir kokuda olup, düşük miktarlardaki konsantrasyonu dahi öldürücü olabilmektedir [5]. Kan zehirleyici ajanlar ve bu ajanların özellikleri Çizelge 3.3’ de gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.3. Kan zehirleyici ajanlar özellikleri

AJANIN TÜRÜ	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
KAN ZEHİRLEYİCİ AJANLAR	Hidrojen Siyanür (AC)	<ul style="list-style-type: none"> Katı, sıvı veya gaz halinde bulunabilmektedir Acı badem kokusunda, rengi bulunmayan ve çok uçucu bir kimyasaldır.
	Arsin (SA)	<ul style="list-style-type: none"> Belirli bir derişimin üstünde sarımsak kokusunu anımsatan, havadan ağır, renksiz bir gazdır. Çok düşük derişimi bile ölümcüldür.

iv- Boğucu ajanlar

Boğucu ajanlar, başka bir deyişle “*akciğer iritantları*” olarak da bilinen bu ajanlar, kimyasal savaşlarda ilk kullanımı gerçekleştirilmiş ajanlar olması nedeniyle “*ilk nesil kimyasal savaş ajanları*” olarak da bilinmektedir. Bu ajanların direkt olarak hedef altında aldığı organ akciğerlerdir. Akciğerlerde ödem yaratarak etkilerini yansıtmaktadır. Aynı zamanda endüstri tesislerinde de sıklıkla kullanım alanı olan bu ajanlarla çalışanların kaza sonrası temasıyla zehirlenmeler yaşanabilmektedir [42]. Bu sınıf ajanlar arasında, fosgen (CG), difosgen (DP), kloropikrin (PS), klor (CL) gibi akciğer, solunum sistemi ve gözler üzerinde tahribatlara neden olan ajanlar yer almaktadır. Fosgen, düşük kaynama noktası nedeni ile basınçlı ortamlarda sıvı olarak depolanabilmekte ve normal şartlarda oda sıcaklığında zehirleyici bir gaz olarak bulunmaktadır. Koku olarak fosgen, biçimi henüz tamamlanmış saman kokusunu anımsatan bir kokuya sahip olmakla beraber görüntü olarak da renksiz, soluk sarı veya beyaz arasında bir görünüme sahip bulutsu tabaka oluşturabilmektedir [48].

Klor ise çok uzun zamanlardan bu yana farklı amaçlarla farklı sektörlerde kullanılmaktadır. Klor ajanının ortamda zehirleyici etki düzeyinde var olması, kimyasal silah amacıyla kullanılması yoluyla ya da klor ajanı bulunduran tesislerde yaşanan kazalar yoluyla mümkün olabilmektedir [51]. Kloropikrin, tam anlamıyla vücuttaki zarar verici etkilerini ajanla

temasın ardından, 72 saat sonrasında bile gösterebilen bir ajandır. Kokusu, küf tutmuş saman kokusunu veya çürük meyve kokusunu anımsatmaktadır fakat akciğerlerde zarar yaratacak konantrasyonda bulunan kloropikrin ajanı kokuyla algılanamamaktadır. Difosgen de koku olarak aynı kloropikrine benzemekle beraber fizyolojik etkiler yönünden de benzerlikler taşımaktadır fakat difosgen, kloropikrine göre daha kolay tespit edilebilmektedir [5]. Boğucu ajanlar ve bu ajanlara ait özellikler çizelge 3.4’de gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.4. Boğucu ajanlar ve özellikleri

AJANIN TÜRÜ	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
BOĞUCU AJANLAR	Fosgen (CG)	<ul style="list-style-type: none"> Küflü saman kokusunda, renksiz ve kalıcılığı yüksek bir kimyasaldır.
	Difosgen (DP)	<ul style="list-style-type: none"> Mısır kokusunda, sıvı halde bulunan ve renksiz bir görünüme sahip bir kimyasaldır.
	Klor (CI)	<ul style="list-style-type: none"> Yeşilimsi veya sarı renkte, havadan ağır, keskin bir kokuya sahip kimyasaldır.
	Kloropikrin (PS)	<ul style="list-style-type: none"> Göz yaşartıcı ve boğucu etkisi vardır. Keskin kokulu, renksiz bir kimyasaldır.

v- *Kapasite bozucu ajanlar*

Kapasite bozucu ajanların kullanımındaki amaç öldürmek değil, savaşlarda, terör olaylarında veya herhangi bir başka durumda karşı tarafın hareket yeteneği veya savaş gücünü hafifleterek saf dışı bırakmaktır. Çok yüksek miktarlarda bu ajanlara maruz kalındığında ise öldürücü sonuçları ortaya çıkabilmektedir. Bu sınıfta yer alan ajanlar kusturucular, sakinleştiriciler ve halüsinojenler olmak üzere kendi içinde de üçe ayrılmaktadır. Genellikle kalıcılığı yüksek olan bu ajanlar sıvı halde bulunmaktadır [48].

Kapasite bozucu ajanlara, liserjik asit dietilamid (LSD-25), karfentanil, fentanil, ketamin örnek verilebilmektedir. Bu sınıfta kimyasal savaş ajanı olarak tanımlanabilecek tek madde ise 3-kinüklidinil benzilat adı verilen ve NATO (Kuzey Atlantik Antlaşma Örgütü)’ ya göre BZ olarak kısaltılmış olan ajandır. BZ ajanı kokusuz bir yapıya sahip, nemli havalarda üç ya da dört hafta kadar etkisini bulunduğu ortamda gösterebilen oldukça kalıcı bir ajandır [5].

Bu sınıfta bulunan kapasite bozucu ajanlar, genellikle kalıcı olmayan zihinsel etkilere, normal olmayan davranışlara sebebiyet vermektedir. Maruziyet sonrası kişide hayal görme,

gözbebeklerinde büyüme, bilinç bulanıklığı, ağız ve cilt kuruluğu gibi değişimler görülebilmektedir [4]. Kapasite bozucu ajanlar ve bu ajana ait özellikler Çizelge 3.5’ de gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.5. Kapasite bozucu ajanlar ve özellikleri

AJANIN TÜRÜ	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
KAPASİTE BOZUCU AJANLAR	Liserjik Asit Dietilamid (LSD)	<ul style="list-style-type: none"> Saf halde rengi ve kokusu yoktur ve acımsı tadı vardır. İnsan vücuduna sindirim ya da solunum aracılığıyla girebilir. Etkilene kişinin dış ortamdan kendini soyutlamasına zaman ve mekan kavramının algılanamamasına neden olur.

vi- Kargaşa kontrol ajanları

Kargaşa kontrol ajanları, hem savaşlarda hem de toplumsal birtakım düzeni bozacak olaylarda kolluk güçleri tarafından zaman zaman kullanılabilir. Kullanıldıklarında genel olarak solunum yolunda mukozal bariyerler üzerinde tahribata neden olur ve genellikle ajana maruz kalanlarda görülen belirtilerin kendiliğinde kaybolması nedeniyle sağlık kuruluşlarını başvurulmaz [52].

Gözlerde, boğazda, ağızda, akciğerde ve burunda geçici kısa süreli etkiler yaratan bu ajanlar göz yaşartıcı ajanlar ve kusturucu ajanlar olarak iki gruptan oluşmaktadır. Göz yaşartıcılara, alfa kloroasetofenon (CN), biber türevi oleoresin capsicum (OC) ve o-klorobenziliden molononitril (CS) gibi örnekler verilebilmektedir. Kusturucu ajanlar ise arsenik veya klor bileşiklerinden meydana getirilmektedir. Kısa bir sürede etki gösterme özelliğine sahip olan Difenilkloroarsin (DA) kusturma ajanı, bir başka kusturma ajanı olan Difenilsiyonoarsin (DC) ajanına göre zehirleyiciliği düşüktür [5]. Kargaşa kontrol ajanları ve bu ajana ait özellikler Çizelge 3.6’ da gösterilmiştir [49].

Çizelge 3.6. Kargaşa kontrol ajanları ve özellikleri

AJANIN TÜRÜ	ÖRNEK AJANLAR	AJANIN ÖZELLİKLERİ
KARGAŞA KONTROL AJANLARI	Difenilkloroarsin (DA)	<ul style="list-style-type: none"> Gaz halinde ayakkabı cilası koşulunda, rengi beyaz-gridir. Fiziksel olarak renksiz kristal görünümündedir. Kusturucu amaçla kullanılmaktadır.
	Kloroasetofenon(CN)	<ul style="list-style-type: none"> Elma kokusunda, fiziksel olarak renksiz kristal görünümünde bir kimyasaldır. Göz yaşartıcı amaçla kullanılmaktadır.

3.1.2. Kimyasal tehditlerin insan sağlığı üzerinde etkileri

Kimyasal ajanlarla temastan sonra, ciltte, gözde ve sinir sisteminde anıdan ortaya çıkabilen çeşitli klinik belirtiler oluşabilmektedir. Kronik dönemde ise, solunum sistemi, kardiyovasküler sistem, nörolojik sistem gibi birçok sistem kimyasal ajanların etkisi altında kalarak tedavisi zor veya uzun süreli sağlık sorunlarını beraberinde getirebilmektedir. İnsan vücudunda ortaya çıkan tüm bu durumların hepsi, hangi ajanın kullanıldığına, ajanın miktarına, mevsimsel ve iklimsel etmenlere, ajanın salındığı ortamın fiziki ve coğrafi koşullarına bağlı olarak farklılıklar gösterebilmektedir [43].

Sinir ajanları direkt sinir sistemini etkisi altına alarak bir dakika gibi çok kısa bir sürede içerisinde vücutta titreme, kasılma, bilinç kaybına neden olma ve 5 dakika içerisinde de solunumun durmasına sebebiyet verebilmektedir. Sinir ajanı maruziyeti sonrasında etkilenen kişide muskarinik etkiler olarak tanımlanan miyozis, bradikardi, lakrimasyon ve salivasyon görülebilmektedir. Bir başka etki olarak ise niktonik etkiler olarak bilinen kas zayıflığı, felç ve kas fasikülasyonları rahatsızlıkları da gelişebilmektedir [5].

Yakıcı ajanlar, ciltte kontamine ettikleri yerleri yakarak ve kabarcık oluşturarak etkilerini göstermektedir. Aynı zamanda gözlerde, akciğerde ve kan üreten tüm organlara da zarar vermektedir. Bu ajanlar solunum sistemine karıştığında solunum yollarında tahribat yaratmakta, yutulması durumunda ise kusma ve ishal gibi belirtileri açığa çıkarmaktadır [48].

Boğucu ajanların da direkt olarak etki ettiği organ akciğerlerdir. Akciğerlerde ödem oluşturarak solunum sisteminde ağır tahribatlara neden olmaktadır. Gözlemlenen ilk

belirtiler arasında, gözyaşı, boğazda kuruluk ile beraber öksürük, boğulma hissi, göğüste ağrı ve sıkışma, baş ağrısı, kusma yer almaktadır. Bazı durumlarda ise akciğer zarında gelişen şişmeyle birlikte akciğerlerin sıvı ile dolmasını takiben oksijen yetersizliğine bağlı ölüm gerçekleşmektedir [53].

Kan zehirleyici ajanlar dokuların oksijen bakımından yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Ajanla yaşanan temastan sonra, cilt kırmızı kiraz görünümünü almaktadır. Eğer ajan MSS (Merkezi Sinir Sistemi)'ni etkileyecek olursa solunum ve dolaşım sistemi sorunlarına neden olmaktadır [48].

Kapasite bozucu ajanlar sıklıkla kişilerde ciddi seviyelerde görülen mental rahatsızlıklara neden olmaktadır. Santral sinir sistemini etkisi altına alan bu ajanlar davranışsal bozukluklar yaratmaktadır. Kargaşa kontrol gazları ise kişiler üzerindeki etkilerini ajanın cinsine göre farklılıklar olmakla birlikte, gözlerde yaşarma veya kusma şeklinde göstermektedir [50].

3.2. Biyolojik Tehditler

Biyolojik ajanlar, biyolojik tehditleri doğurmaktadır. Çevre ve canlı sağlığı üzerinde tehlike oluşturarak ölüm, hastalık gibi durumlara neden olan biyolojik ajanların sebebiyet verdiği durumlar, günlük yaşantımızda tehditler oluşturmaktadır. Hayatımızı tehdit eden ve canlılar için risk unsuru olan bu biyolojik ajanlar kasten zarar verme amacıyla biyolojik silah olarak kullanılabilir. Biyolojik silahların kullanılmasıyla da biyolojik savaşlar yapılabilmektedir. Biyolojik ajanların çok eski zamanlardan beri silah olarak kullanılması nedeniyle milyonlarca insan hayatlarını ve sağlığını kaybederek sakat kalmıştır. Biyolojik tehditler bunlara ek olarak, dünyamızda zaman zaman küresel boyuta ulaşan salgınları oluşturmuş ve toplum üzerinde sağlık başta olmak üzere birçok yönden zararlar yaratmıştır. Biyolojik ajanlar aslında doğada normal olarak var olmakla birlikte bu ajanların üzerinde yapılan birtakım değişiklikler neticesinde canlılarda hastalık oluşturma yeteneği, ilaçlara karşı dirençlilik gösterme özelliği veya bulaşıcılık düzeyleri arttırılmaktadır. Terörist eylemler amacıyla da kullanılan biyolojik ajanlar, hem kolay tespit edilememeleri hem de ajanın kullanıldıktan sonra hastalık belirtilerinin geç ortaya çıkması yönüyle sıklıkla tercih edilmektedir [54].

3.2.1. Biyolojik tehditlerin sınıflandırılması

Biyolojik ajanlar için farklı sınıflandırmalar oluşturulmakla beraber AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı)'na göre herhangi bir saldırıda kullanılma potansiyeli olan biyolojik ajanlar, bakteriler, virüsler, toksinler, olarak sınıflandırılmıştır [18]. CDS (Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi) ise kategori A, kategori B ve kategori C olarak sınıflandırma yapmıştır [54].

Bakteriler, virüsler ve toksinler olmak üzere üçe ayrılarak oluşturulan sınıflandırmada biyolojik özellikler göz önünde bulundurularak sınıflandırma oluşturulmuştur. Bakteriler; tek hücrelidir ve bir kısmı faydalı görevler üstlenirken bir kısmı da insanlarda ve diğer canlılarda hastalık unsurunu ortaya çıkarabilmektedir. Bu zararlı bakteriler ise insanlar tarafından biyolojik silah olarak kullanılmakta ve biyolojik savaşlara neden olabilmektedir. Virüsler; çoğalmak için canlı bir hücreye ihtiyaç duyan çok küçük parçacıklardır. Toksinler ise; mantarların, bitkilerin, hayvanların veya bakterilerin ürettiği zehirli maddelerin tümüne denmektedir. Suda eriyebilen bu toksinler ortamda çok hızlı bir şekilde yayılabilme yeteneğine sahiptir. Canlı vücuduyla kontamine olduğunda ise hızlı bir şekilde deriden emilerek hastalıklar meydana getirmektedir [4].

CDS'nin yaptığı sınıflandırmaya göre, Kategori A'da yer alan ajanlar toksik etkisi ve bulaşıcılık yeteneği yüksek, maruziyet yaşandığında büyük ölçüde öldürücü olan, toplumda panik yaratan biyolojik ajanlar yer almaktadır. Kategori B'de orta seviyede bulaşıcılığa sahip olan ve küçük oranlarda öldürücülüğü olan patojenler ve toksinler yer almaktadır. Kategori C'de ise kolaylıkla üretilebilen, toplum arasında yayılımı hızlı, gelecekte canlıların zarar görmesi amacıyla kullanılacak, halk sağlığı açısından büyük problemler doğurma potansiyeline sahip patojenler yer almaktadır [55]. CDS tarafın oluşturulan biyolojik ajanların sınıflandırması Çizelge 3.7' de gösterilmiştir [47].

Çizelge 3.7. Biyolojik ajanların CDC' e göre sınıflandırılması

	BİYOLOJİK AJAN (ETKEN)	HASTALIK
KATEGORİ A	Francisella Tularensis	Tularemi
	Bacillus Anthracis	Şarbon
	Bunyavirüsler	Rift Valley Ateşi, Kırım Kongo Hemorajik Ateşi
	Arenavirüsler	Güney Amerika Hemorajik Ateşi, Lassa Ateşi
	Filovirüsler	Marburg Hastalığı, Ebola hemorajik ateş,
	Variola Major	Çiçek
	Clostridium Botulinum	Botulismus
	Yersinia Pestis	Veba
KATEGORİ B	Coxiella Burnetti	Q ateşi
	Risin	Toksik sendromlar
	C. Perfringens	Toksik sendromlar
	Burkholderia Mallei/Psuedomallei	Ruam/Melioidoz
	Alfavirüsler (Venezüelan, doğu ve batı at ensefalomyeliti)	Ensefalit
	Rickettsia prowazekii	Tifüs
	Chlamydia Psittaci	Psittakoz
	Brucella Spp.	Bruselloz
	Salmonella Spp.	Gıda ve Su Kaynaklı Gastroenterit
	Shigella Dysenteriae	Gıda ve Su Kaynaklı Gastroenterit
	Vibrio Cholerae	Gıda ve Su Kaynaklı Gastroenterit
KATEGORİ C	Hantavirüsler	Viral Hemorajik Ateş
	Mycobacterium Tuberculosis	Sarı Ateş
	Flavirüsler	Çoklu İlaça Dirençli Tüberküloz

i- Bakteriler

Bu küçük organizmaların büyük bir çoğunluğu katı veya sıvı kültürlerde üretilmektedir. Basit bölünmeyle üreyen bu organizmalar vücuda alındığında insanlarda ve canlılarda farklı hastalıklara neden olmaktadır. Ortaya çıkardıkları hastalıkların tedavisinde ise antibiyotikler kullanılabilir [56].

ii- Virüsler

Canlı bir hücrenin içinde çoğalabilen yani üremesi için bir konakçıya ihtiyaç duyan ve yalnızca protein ile genetik malzemelerden meydana gelen mikroskobik canlılardır. Çoğalmak amacıyla ise bitkileri, insanları, hayvanları, mantarları veya bakterileri enfekte edebilmektedir. Enfekte ettikleri canlılarda çeşitli hastalıklara neden olan virüsler antibiyotiklerden etkilenmemeleri nedeniyle tedavileri genellikle kolay değildir. Bu nedenle virüslerden korunma öncelikli olmakla beraber en uygun yol aşılaktır [41].

iii- Toksinler

Bakteri, mantar, hayvan veya bitkilerin ürettiği zehirli maddeler insan vücuduyla kontamine olduğunda vücut dokuları tarafından toksinler absorbe olarak hastalıkları meydana getirmektedir. Kimyasal toksiklerden farklı olarak bu toksinler canlılar tarafından üretilmektedir. Diğer biyolojik ajanlardan ayrılan yönü ise bu toksinlerin cansız olmasıdır [54]. Biyolojik toksinler çoğunlukla sıvı halde bulunmakta ve uçuculuğu düşük ağır moleküllerden oluşmaktadır. Bu nedenle buharlaşmadıkları için genellikle solunum yolları üzerinde tehlike oluşturmamaktadır [44]. Bakteri, virüs ve toksinlere ait örnekler ve sınıflandırma Çizelge 3.8’ de gösterilmiştir [18].

Çizelge 3.8. Herhangi bir biyolojik saldırıda kullanılma ihtimali bulunan biyolojik ajanların AFAD’a göre sınıflandırılması

BAKTERİ	TOKSİN	VİRÜS
Bacillus anthracis	Clostridium botulinum	Variola Major
Yersinia pestis	Clostridium perfringens	Filovirüsler
Vibrio cholerae	Saksitoksin	Alfavirüsle
Brucella spp.	Trichothecene mycotoxin	Bunyavirüsler
Burkholderia mallei/pseudomallei	Risin	Flavirüsler
Coxiella burnetti	Aflatoksin	
Francisella tularensis		
Rickettsia prowazekii		
Shigella dysenteriae		

3.2.2. Biyolojik tehditlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri

Biyolojik ajanlar insanlar ve diğer canlılar arasında yayılım göstererek çeşitli hastalıklara neden olmakta ve belirtiler göstermektedir. Biyolojik ajanların yayılmasını sağlayan başlıca birkaç farklı yol vardır. Havada asılı kalabilen enfeksiyon etkeninin solunması, ajan ile kontamine olmuş yiyecek ve içeceklerin vücuda alınması, deri bütünlüğünün bozulmasına bağlı ajanın bu hasarlı dokulardan vücuda girmesi, sivrisinek ya da kene gibi vektörlerin biyolojik ajanları canlılara taşıması, insanlar arasında bir kişiden başka bir kişiye bulaşmasına neden olan etmenler gibi birçok farklı yol ile biyolojik ajanlar yayılmaktadır [48].

Biyolojik ajanlar kolay fark edilememeleri, ortaya çıkaracağı hastalıkların veya hastalık belirtilerinin görülmesinin zaman alması sebebiyle ajanların yayılma faktörü artmaktadır. Toplum içinde yayılan hastalıklar korku, endişe ve kaos ortamı yaratmaktadır. Bu durum ise ülkelerin gerek ekonomik gerekse sosyal aktivitelerini sekteye uğratmaktadır. Biyolojik ajanlar birçok ölüm ve hastalığa kaynaklık etmesinin yanında canlıların günlük olarak erişmesi gereken temel ihtiyaçlara da erişememesine neden olmaktadır [46].

Biyolojik ajanlar vücuda girdikten sonra, etken maddeye göre tamamen farklı veya birbirlerine yakın klinik belirtiler gelişebilmektedir. Aynı zamanda etken madde, hastalık belirtilerinin ortaya çıkma süresi ve etkilenen organlar üzerinde de belirleyici rol alabilmektedir [44].

i- Çiçek hastalığı

İnsanlarda çiçek hastalığının gelişmesine neden olan etken madde Variola virüsüdür. Bu virüsün variola majör ve variola minör olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Majör tip variola daha ciddi çiçek hastalığı boyutu yaratmakla beraber %30 oranında bir öldürücülük oranına sahiptir. Solunum yolunu kullanarak vücuda giren bu virüs inkübasyon periyodunu tamamlar ve hızlı bir şekilde belirtiler göstermektedir. Vücutta halsizlik, başta ve sırtta ağrı, ateş, kusma, titreme ilk gözlemlenen semptomlardır. Sonrasında ellerde, kollarda ve yüz bölgesinde noktalar şeklinde kırmızılıklar eşlik etmektedir. Hastalığın ilerleyen sürecinde ciltte yaralar oluşmakta ve bu yaraların bıraktığı izler vücutta kalıcı olmaktadır [56].

ii- Viral hemorojik ateş

Hastalığın gözlemlenen ilk belirtileri arasında huzursuzluk hissi, diare, kusma, ateş, baş ve kas ağrısı gelişebilmektedir. Yüksek seyreden vücut ısısı ile beraber hastalığın ağır seyreden dönemlerinde kılcak kanamalar, ödem, hipotansiyon ve hemodinamik uyuşmayı takiben sonrasında şok gelişmektedir [44].

iii- Botulizm

Bu hastalığın etken maddesi clostridium botulinum olarak bilinen toksinlerden biridir. Botulinum toksini, mevcutta tespit edilmiş en zehirli toksindir. Kimyasal ajanlarda yer alan sarin ajanıyla bir kıyaslama yapacak olursak botulinum toksininin zehirleyici özelliği sarin ajanından 100 000 kat daha fazladır. Botulizm hastalığı insanlarda besin maddelerinden kaynaklı yani gıda zehirlenmesi neticesinde gelişir. Hastalığın belirtileri arasında, soluk alıp vermede zorluk ve görme yeteneğinin kaybı gelişmektedir. Hemen akabinde bir gün içerisinde ise ölümlerle sonuçlanmaktadır [55].

iv- Şarbon

Şarbon hastalığına neden olan etkenin adı Bacillus Anthracis adı verilen bir bakteridir. Bu hastalık genellikle otla beslenen hayvanlarda görülmektedir. Tüm memelilerde hastalık oluşturabilme kabiliyetine sahip bu bakteriyel ajana karşı insanlar orta düzeyde duyarlılığa sahiptir. Şarbon hastalığı insan vücuduna giriş şekline göre deri şarbonu, akciğer şarbonu ve sindirim sistemi şarbonu olmak üzere üç farklı tipi bulunmaktadır. Deri şarbonu en sık karşılaşılan tip olmakla beraber kontaminasyon sonucu bulaşmaktadır. Sindirim sistemi şarbonu ender görülen bir tiptir ve hayvansal gıdaların yeterince pişirilmeden tüketilmesine bağlı bulaş gerçekleşir. En fazla ölüme neden olan ve en çok tehlike arz eden tip ise akciğer şarbonudur. Biyolojik saldırılarda deri şarbonunun tespiti ciddi zorluklarla karşılaşılardan yapılabilmekte iken akciğer şarbonu için bu durum çok zordur [56].

v- Veba

Veba hastalığını ortaya çıkaran etmen yersinia pestis adı verilen bir bakteridir. Vebanın bubonik, sepsis ve pnömonik olmak üzere üç farklı tipi bulunmaktadır. Pnömonik veba çok

tehlikeli olmakla beraber hastalık etkeni bulaşmış kişiler, damlacık yoluyla bu ajanı diğer insanlara bulaştırabilmektedir. Ani bir şekilde zatüreye neden olan bu hastalık biyolojik ajan olarak büyük risk taşımaktadır [55]. Bubonik veba ise pire gibi canlıların ısırmasıyla ya da enfekte olmuş hayvan sıvısının insan vücudundaki açık yara vb. noktalardan nüfus etmesiyle ortaya çıkmaktadır. Hastalığa yakalanan kişi kuluçka süresini atlattıktan sonra kişide eklem noktalarında ağrı, ateş, lenf bezi büyümesi gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır. Septisemik veba ise pnömonik veba ile bubonik veba sürecininin tedavisinin yapılamaması durumunda bir komplikasyon olarak gelişir [57].

3.3. Radyolojik ve Nükleer Tehditler

Radyolojik veya nükleer malzemelerin bir yerden bir yere transferi sırasında, uygun olmayan şartlarda depolanmaları ve nükleer silahlarla yapılan saldırılar büyük tehditler yaratabilmektedir [58]. Radyasyon, atomun kararsız yapıdan kararlı yapıya geçme esnasında çekirdeklerinden çevreye elektromanyetik dalga veya parçacık biçiminde enerji yayması durumunu ifade etmektedir. Radyolojik olay ise, canlıların bu radyasyon enerjisi ile karşı karşıya gelmesine neden olan kazalar veya saldırılar durumudur [59].

Nükleer tehditler, büyük ölçekte yok oluşa ve büyük, ölümcül zararlara sebebiyet verebilirler. Uranyum veya plütonyum gibi maddelerin fisyon veya füzyon aktiviteleri gerçekleşirken meydana gelen enerji yıkıcı etkiler doğurmakla beraber öldürücü düzeyde radyasyon meydana getirmektedir. Gerçekleşen nükleer patlamalar aynı zamanda ciddi seviyede ışık, ısı ve basınç etkisinin yanında radyasyonun yeryüzünü, havayı ve suları kirleterek etkilerinin çok uzak mesafelere taşınmasına neden olmaktadır [41].

Nükleer silahların kullanılması sonucunda yaratacağı etkiler yüzde olarak vermek gerekirse bu etkilerin %35'lik kısmını ısı ve ışık etkisi, %5'lik kısmını ani nükleer radyasyon, %45'lik kısmını basınç etkisi ve %15'lik bir kısmını da radyoaktif serpintiler oluşturmakla beraber bunlara ek olarak yüksek seviyede bir elektrik alanı da oluşması muhtemeldir [60].

Radyolojik ve nükleer etkiler, atomlar parçalanırken veya bir araya gelirken oluşturduğu enerjinin kontrol dışı yayılarak radyasyon açısından belirlenen standartların üzerinde doz alınması sonucunu ortaya çıkarabilecek durumlardır. Çok geniş alanlara ulaşabilen bu radyasyonlara radyoaktif madde tutulan yerler, nükleer santraller ile endüstri tesislerinde

gelişen istenmeyen kazalar kaynaklık edebilmektedir. Aynı zamanda radyasyon açısından risk barındıran bu tesislerin herhangi bir doğa kaynaklı afetin etkisi altında kalması sonucu da radyasyon yayılımları gerçekleşerek ağır sonuçlar doğurmaktadır [61].

Nükleer santraller elektrik üretmek amacıyla kurulmuş ve nükleer fisyon olayına dayalı prensiple ısı enerjisinden elektrik enerjisi üreten bir sistemdir. Bu tesislerde yaşanabilecek teknik kazalar ise önemli radyasyon salınımlarına sebebiyet vererek toplumun geneli üzerinde zararlar açığa çıkarabilmektedir [60].

Nükleer ve radyolojik kazaların meydana gelmesi durumunda, IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu) tarafından kazanın büyüklüğünün derecelendirilmesi amacıyla INES (Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği)'i baz alınmaktadır. Bu ölçeğe göre; Seviye 7, büyük kazalardır. Geniş kapsama alanına sahip, etkisi altına aldığı yerlerde sağlık açısından problemler çıkaran, yanıt vermesi zor, uzun süreli etkilere sahip olan kazalar için oluşturulmuş seviyeyi tanımlamaktadır. Seviye 6, ciddi kazalardır. Yüksek miktarda radyasyonun salındığı, insan ve çevre üzerinde etkili olan, uzun süreli planlamalar gerektiren seviyeyi tanımlamaktadır. Seviye 5, geniş sonuçlar doğuran kazadır. Sınırlı miktarda radyasyonun salındığı ve toplu ölümlerle karşılaşılmayan daha çok bireysel ölümlerin gözlemlendiği ve daha önce planlaması yapılmış olan tedbirlerin bir kısmının alınmasını gerektirebilen seviyeyi tanımlamaktadır. Seviye 4, yerel sonuçlar oluşturan kazaları belirtmekle beraber seviye beşe göre daha az radyasyon salınımı gerçekleşmektedir. Seviye 3, ciddi olayları belirtmektedir. Radyasyon tehlikesi bulunan tesislerde çalışan personelin bir yılda alabileceği maksimum radyasyon sınırının 10 katına kadar ulaşmasına neden olan seviyeyi tanımlamaktadır. Bu olaylara eksik güvenlik önlemleri, radyasyon yayan kaynakların çalınması ve uygun şartlarda muhafaza edilememesi gibi durumlar neden olmaktadır. Seviye 2, bir olayı ifade etmektedir. Toplum içerisinde birinin 10 mSv'den yüksek dozda radyasyon maruziyeti yaşaması, radyasyon tehlikesi altında çalışan bir kimse için yıllık izin verilen radyasyon dozunun aşılması gibi durumların geliştiği seviyeyi tanımlamaktadır. Seviye 1 ise anomalidir. Halktan bir kimsenin yıllık kabul edilebilir düzeydeki dozun üzerinde radyasyona maruz kalmasını tanımlayan seviyedir [61].

3.3.1. Radyolojik ve nükleer tehditlerin sınıflandırılması

Genel anlamda radyasyonlar kaynaklarına göre, doğal radyasyon kaynağı ve yapay radyasyon kaynağı olarak iki sınıfta incelenmektedir. İnsanlar, hayvanlar, bitkiler ve diğer

tüm canlılar, dünyamızın doğal yollarla radyoaktif enerji yayan maddelerden etkilenmesi yönüyle radyasyonla karşılaşmaktadır. Gezegenimize dışarıdan gelen kozmik ışınlar doğal radyasyona örnek verilebilirken, insan faktörünün etkili olduğu araçlar ve sistemler kullanılarak açığa çıkarılan enerji ise yapay kaynaklı radyasyonu tanımlamakla birlikte bu radyasyon türlerine sağlık alanında ve endüstri alanında kullanılan x ışınları veya nükleer enerji üretiminin açığa çıkan radyasyon örnek verilebilmektedir [61].

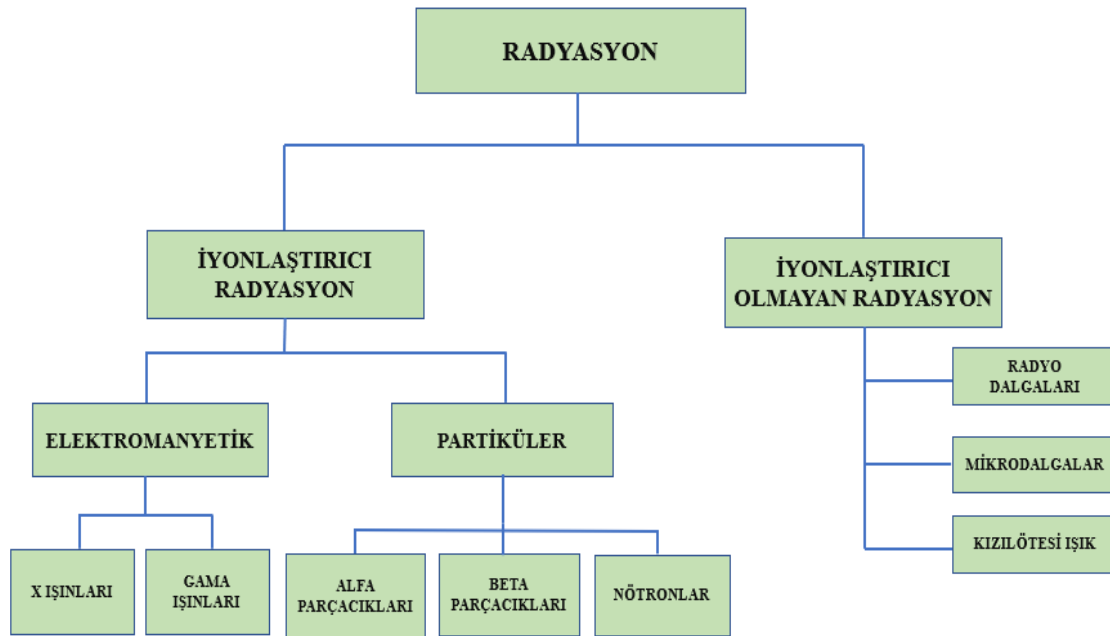
Yapay kaynaklı radyasyonlara kişiler, tıbbi amaç ile kullanılan röntgenler ve nükleer tıp uygulamaları nedeniyle maruz kalabilmektedir. Yine kişilerin bireysel olarak maruz kaldığı televizyon, x-ray cihazları veya duman dedektörleri gibi tüketici ürünleri de yapay kaynaklı radyasyon içerisindedir. Doğal radyasyon kaynakları ise kozmik, karasal ve dahili radyasyon olmak üzere üç farklı kökeni bulunmaktadır. Kozmik radyasyon, güneş ve yıldızlardan gezegenimize gelen radyasyonu ifade etmektedir. Karasal radyasyon, toprak, kaya ve suların yapısında bulunan uranyum, toryum gibi maddeleri belirtirken, dahili radyasyon ise, insan vücudunda doğal olarak bulunan potasyum veya karbon gibi maddelerin varlığını tanımlamaktadır [45].

Radyasyonun madde yapısında yarattığı etkiler açısından bir sınıflandırma yapıldığında radyasyon, iyonlaştırıcı radyasyon ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. İyonlaştırıcı olmayan radyasyon esasında, bir molekül ya da atomdan bir elektronu koparabilecek enerjiye sahip olmayan radyasyon türünü ifade etmekte iken iyonlaştırıcı radyasyon ise bunun aksine bir elektronu koparabilecek düzeyde enerjiye sahip olan ve canlılar için asıl tehlike oluşturan radyasyon türünü ifade etmektedir. İyonlaştırıcı radyasyonda kendi içerisinde alfa parçacıkları, beta parçacıkları, nötronlar, X ışınları ve gama ışınları olarak sınıflandırılmaktadır [61].

Alfa parçacıkları, pozitif yüklüdürler, büyük ve ağır olmaları sebebiyle ancak havada birkaç santimetre ilerleyebilmektedir. Bir kağıt ile dahi durdurulabilmelerine karşın, bu parçacıkların iyonizasyon kabiliyetlerinin yüksek olmaları nedeniyle maruz kalındığında sağlık açısından ciddi durumlar doğurabilmektedir. Beta parçacıkları, kararsız çekirdeklerden yayılan çoğunlukla negatif yüklü olan taneciklerdir. Alfa parçacıklarına nazaran daha küçük olan bu taneciklerin nüfus etme yeteneği daha yüksektir. Özellikle ciltte ve gözlerde etki yaratmakla birlikte bu tanecikler plastik ya da ince bir metal tabakayla engellenmesi mümkündür. Gama ışınları, herhangi bir yük taşımayan elektromanyetik fotonlardır. Hem

vücut içerisinde hem de vücut yüzeyinde tahribata neden olmasının yanı sıra kalın kurşun plaklar ve beton gibi maddeler tarafından durdurulabilmektedir. X ışınları ise gama ışınlarıyla benzer yapıda özellikler sergilemektedir fakat gama ışınlarından ayıran özelliği ise yapay olarak meydana getirilmeleridir. Nötronlar, füzyon veya fizyon aktivitelerinin gerçekleştirilmesi esnasında açığa çıkmaktadır ve nüfus etme yetenekleri enerjilerinden oldukça yüksektir [44].

Radyasyonun madde yapısında yarattığı etkiler yönünden oluşturulan sınıflandırma Şekil 3.3' de gösterilmiştir [46].



Şekil 3.3. Radyasyonun madde yapısında yarattığı etkiler yönünden sınıflandırılması

3.3.2. Radyolojik ve nükleer tehditlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri

İyonlaştırıcı radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkileri, ne tür radyasyona maruz kalındığına, vücuda alınan dozun miktarına, radyasyondan vücudun tamamının ya da bir kısmının etkilenmesine, kişinin yaşı ve biyolojik birtakım özelliklerine göre farklılıklar gösterebilmektedir [47].

Radyasyonun etkileri erken dönemde ortaya çıkan (akut) etkiler ve geç dönemde ortaya çıkan (kronik) etkiler olmak üzere iki sınıfa ayrılabilir. Akut ve kronik olarak

gerçekleştirilen bu sınıflandırmada radyasyona maruz kalma ile belirtilerin ortaya çıkma süresi üzerinden bir ayırım oluşturulmuştur. Akut etkiler ani bir şekilde gelişebilen ve ciltte solukluk, mide bulantısı, kusma, yorgunluk gibi belirtileri meydana getirebilirken, kronik etkiler belirtilerin gözlemlenmesi çok uzun yıllar alan kanserler, mutasyonlar veya katarakt gibi rahatsızlıklar olabilmektedir [42].

İnsan sağlığı üzerinde birçok açıdan sorunlar yaratabilme potansiyelini taşıyan iyonlaştırıcı radyasyonlar, canlı hücreleri etkileyerek sağlık problemleri açığa çıkarmaktadır. Herhangi bir nedenle yüksek seviyelerde radyasyonun etki alanında korunmasız bir şekilde zaman geçirdiğimizde Akut Radyasyon Sendromu (ARS) gelişebilmekte ve birkaç saat gibi bir sürede bulantıyla birlikte kusma görülebilmektedir. ARS gelişmesi durumunda kişilerde aynı zamanda belirtilerin ardından birkaç hafta içerisinde ölüm gerçekleşebilmektedir. Radyasyonla maruziyet sonrası kişilerde aynı zamanda alınan radyasyon dozuna paralel olarak kanser riski artmakta, yüksek radyasyon etkisiyle doku ve organlarda farklılaşma ile beraber kişilerde psikolojik yönden rahatsızlar seyredebilmektedir [45].

Nükleer patlamaların gerçekleştiği noktalarda ise, canlılar yüksek seviyede radyasyonla karşı karşıya gelmektedir. Aynı zamanda patlamanın etkisiyle aniden termal yanıkların ortaya çıkabileceği de bilinmektedir. Patlamadan sonra radyoaktif bulutlar rüzgarların etkisiyle uzak noktalara taşınabilmekte ve radyoaktif kalıntılara sahip olan havanın solunmasıyla veya radyasyonla kontamine olmuş gıdaların tüketilmesiyle canlı vücudu radyasyona maruz kalmaktadır. Bu yönüyle düşünüldüğünde kullanılan her türlü nükleer silahlar kullanılan alanda ilk anlarda büyük yıkımlara ve can kayıplarına neden olabildiği gibi radyasyonun tabiatta, doğal kaynaklarda ya da tarım üzerinde yarattığı etkiler gelecek kuşaklar için büyük tehditler yaratmaktadır [48].

Nükleer kazalarda aynı zamanda kazanın ekosisteme ve tabiata olan etkilerinin boyutu çok ağır olabilmektedir. Ormanlar, su kaynakları, besin kaynakları, bitkiler ve diğer birçok canlıda herhangi bir nükleer felaket sonrasında genetik yapılarında değişimler yaşanmakta ve uzun yıllar bu durum bu şekilde devam edebilmektedir [62].

4. TÜRKİYE’ DE VE DÜNYADA YAŞANAN KBRN KAZALARI

Endüstri tesisleri içerisinde birçok KBRN ajanını barındırmakta ve yaşanan kazalar veya patlamalar sonucu KBRN ajanlarının çevreye yayılımına kaynaklık edebilecek durumdadır [6]. Türkiye’ de KBRN olayları ve patlama ile sonuçlanan olaylardan farklı bir olaymış gibi algılanıp değerlendiriliyor olsa da KBRN olayları ile patlayıcı sonuç doğuran kazalar iç içedir. Bu nedenle endüstri tesislerinde yaşanan kazalar aslında birer KBRN kazası olarak değerlendirilebilmektedir [63].

Yangın, patlama veya insanlar ve çevre için zararlı olabilecek maddelerin çevreye yayılımı sağlayan endüstriyel kazalar birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’ de yaşanmaktadır. Oldukça ciddi sonuçlar doğurabilen bu kazaların ne zaman yaşanacağı konusunda tahmin yürütmek imkansızdır [64].

4.1. Türkiye’ de Yaşanan KBRN Kazaları

Türkiye’ de yaşanan başlıca KBRN kazalarına baktığımızda endüstriyel felaketlerle sık sık karşılaşıldığı ve büyük kayıpların yaşandığı görülmektedir. Bu kazalar tehlike yaratabilecek maddelerin üretilmesi esnasında, depolanması sırasında ya da kullanımı sonucunda ortaya çıkmıştır. Ülkemizde yaşanan kaza örneklerine baktığımızda, 1997 Kırıkkale-MKE mühimmat deposunun patlamasıyla şehir boşaltılmış, 2002 yılında Kocaeli-Akçagaz LPG dolum tesisindeki patlama nedeniyle 3 kişi yaralanmış ve büyük maddi kayıp oluşmuş, 2004 yılında Mersin-ATAŞ tank tam yüzey yangını gerçekleşmiş, 2007 yılındaki İzmir-Aliğa boya vernik fabrikası yangınıyla da maddi hasarlar oluşmuş, 2011 yılındaki Batman LPG dolum tesisindeki patlamayla da 3 kişi hayatını kaybetmiştir [65].

2014 yılında bir kamyonun geçirdiği kaza sonucu taşıdığı kimyasalların çevreye yayılmasına bağlı olarak kimyasal sızıntı yaşanmıştır. AFAD yapmış olduğu tespitlerde kimyasalın Hidrojen Peroksit olduğunu belirtmiştir. Yine bir kimyasal madde taşımacılığı gerçekleştiren kamyonun 2015 yılında geçirdiği kaza sonucu fosforik asit çevreye yayılmış ve çevredeki bulunan 10 kişi bu kimyasaldan etkilenmiştir. 2011 yılında tankerden boşaltım işlemi gerçekleştirilirken boruda oluşan delinmeye bağlı amonyak gaz sızıntısı yaşanmış ve 9 kişi bu olaydan etkilenmiştir. Bursa’ da bir içme suyu tesisinde 2011 yılında meydana gelen bir

kazada, tesiste olan 1 tonluk 6 adet klor tankının bakımı gerçekleştirilirken kimyasal madde sızıntısı yaşanmış ve 6 kişi etkilenmiştir. Bursa Organize Sanayi Bölgesi'nde 2015 yılında yaşanan bir kimyasal madde patlamasında 2 kişi etkilenmiştir. Yine Bursa'da 2009 yılında yaşanan bir kimyasal madde tankında yangın meydana gelmiştir. 2015 yılında Balıkesir'de Bursa'ya gitmekte olan tankerin devrilmesi sonucu kimyasal madde sızıntısı yaşanmış ve 1 kişi bu kazadan etkilenmiştir. 2011 yılında hurdalık alanında bulunan klor tankından etrafa sızan gaz, rüzgar faktörüyle yakınlarda bulunan bir mermer atölyesi çalışanlarına kadar ulaşarak 16 kişiyi etkilemiştir. 2014 yılında 80 varil Toluen Diizosiyonat yüklü kimyasal madde taşıyan tır kaza geçirmiş ve variller etrafa yayılmıştır [63].

Çok uzağa gitmeden yakın zaman içerisinde Türkiye'de meydana gelmiş endüstriyel kazalardan biriside, 3 Temmuz 2020 yılında Sakarya'da havai fişek üretim tesisinde oluşan patlama ve yangının hemen akabinde çevre kirlilikleri oluşmuş, zehirli gazlar hem insanları hem de diğer tüm canlıları olumsuz yönde etkilemiştir [66].

Tüm bunlarla birlikte Türkiye'de İstanbul Boğazın yaşanan gemi kazaları sonucu etrafa yayılan kimyasallar deniz, çevre ve hava kirliliklerine neden olmaktadır. Bu olaylardan bazıları şu şekildedir;

- 14 Aralık 1960 yılında Peter Zoranic-World Harmony tankerleri çarpışarak 18 000 ton petrolün denize dökülmesine neden olmuştur.
- 15 Eylül 1964 yılında Norborn Peter Zoranic'in batığına çatması sonucu petrol kirliliği oluşmuştur.
- 1 Mart 1966 yılında Lutsk ve Kransky Oktiabr çarpışması sonucu 1850 ton petrol denize karışmıştır.
- 29 Mart 1990 tarihinde Jambur isimli tanker boğazda yaşanan çarpışma sonucu 2600 ton gazın denize karışmasına neden olmuştur.
- 1994 yılında 100 000 ton petrol taşımacılığı gerçekleştiren Nassia tankeri kuru yük gemisi ile çarpışması sonucu denize 9000 ton petrol karışmış ve bu petrol denizde bir hafta süresince yanmasına bağlı olarak çevre üzerinde büyük risk yaratmıştır.
- 15 Kasım 1979 yılında yaşanan Independenta ve Evriali tankerlerinin çarpışması sonucu 95 000 ton petrol deniz üzerinde yangın ve patlamaları tetiklemiştir [29].

1998 yılının aralık ayında ise literatürde İkitelli Radyasyon Kazası olarak geçen bir radyasyon kazası gerçekleşmiştir. Bu kazada bir depoda bulunan radyoterapi kaynaklarının

hurdacılara satılması sonucu, hurdacılardan bazıları Co-60 içeren radyoterapi başlıklarını çıkarmaya çalışırken ciddi seviyelerde radyasyona maruz kalmışlardır [67].

4.2. Dünyada Yaşanan KBRN Kazaları

4.2.1. Seveso kazası

Sevaso, İtalya’ da bulunan küçük bir yerleşim alanıdır. Bu yerleşim yerinin yakınlarında bulunan ICMESA isimli fabrikanın reaktörlerinin birisinde Tri Kloro Fenol üretimi esnasında 10 Temmuz 1976 tarihinde bir patlama oluşmuş ve çok zehirleyici bir gaz olan dioksin çevreye yayılmıştır. Kazadan kısa bir süre sonra hayvanların öldüğü ve kazanın üzerinden 5 gün geçtiğinde insanların yoğun bir şekilde hastanelere başvurduğu gözlemlenmiştir. Bu kazada ölü sayısı tam olarak bilinmemekle birlikte 300 yaralının bulunduğu bildirilmiştir. Bu kazanın ardından endüstriyel kazaların önlenmesi, zehirli gaz yayılımı, patlama gibi konulara yönelik gereken önemin verilmediği vurgusu yapılarak çalışmalar başlatılmış ve 1982 yılında “Seveso Direktifi” yayınlanmıştır [68].

4.2.2. Bhopal pestisit tesisi kazası

UCIL (Union Carbide India Limited) firmasının bir tesisinde yaşanan bu kaza 2 Aralık 1984 yılında gerçekleşmiştir. Bir pestisit tesisi olan bu tesiste yaşanan kaza sonucu 42 ton metil izosiyanat ve birçok zehirleyici kimyasalın kazadan sonra çevreye yayılmasıyla 500 000’ den fazla insan etkilenmiştir [41].

4.2.3. Lübnan amonyum nitrat patlaması

5 Ağustos 2020 yılında yine başka bir kaza ise Lübnan’ ın Beyrut kentindeki bir amonyum nitrat deposunun patlamasıyla kendini göstermiştir. Bu kaza da zehirli gazlar çevreye yayılmış, maddi açıdan önemli kayıplar yaşanmış ve aynı zamanda patlama meydana gelen tesisin denize yakın bir konumda bulunmasına bağlı olarak deniz kirlilikleri de açığa çıkmıştır [66].

4.2.4. Çernobil kazası

Çernobil Nükleer Santrali'nde yaşanan kaza bugüne kadar yaşanmış en ciddi nükleer felaket olarak değerlendirilmiştir. INES skalasına göre seviye 7 olarak ilan edilmiştir. 26 Nisan 1986 yılında reaktörlerin test edilme aşamasında kontrolsüz bir şekilde yükselen güç, reaktörün 4 numaralı ünitesinde yangın ve patlamaları tetiklemiştir. Çevreye yüksek seviyelerde radyasyon yayılmış ve bu yayılma Avrupa'ya kadar devam etmiştir. Kaza sonrası 220 000 kadar kişi yerleşim alanlarını terk etmek zorunda kalmıştır. Kazanın ilk anında 2 kişi patlama nedeniyle yaşamını yitirirken 100 000' in üzerinde kişide ARS gelişmiş ve ARS gelişenler içerisinde birbirini takip eden aylar içerisinde 74 kişi hayatını kaybetmiştir. Kazadan sonraki uzun dönem süren etkiler incelendiğinde ise radyasyondan etkilenen ülkelerde fark edilir düzeyde tiroid kanseri vakalarında artış yaşandığı gözlemlenmiştir [67]. Yapılan çalışmalarda istatistiksel olarak bakıldığında sakat doğumlar Ukrayna' da %230 artarken, Beyaz Rusya' da %180 oranında artış göstermiştir. Ortalama olarak 74 olan insan ömrü süresi Beyaz Rusya' da 58'e kadar inmiştir [69].

4.2.5. Three mile adası nükleer kazası

Bu kaza ABD' de Pensilvanya' da yer alan nükleer santralde 28 Mart 1979 yılında gerçekleşmiştir. Kaza santralin 2 numaralı reaktöründe soğutma sistemlerinde yaşanan aksaklıklar nedeniyle gerçekleşmiştir. Soğutma suyunun, soğutma sistemi için kullanılamaması nedeniyle reaktör çekirdeğinde aşırı ısınma ve buna bağlı olarak da erimeler yaşanmıştır. Bu kaza Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeğini skalasına göre seviye 5 olarak belirtilmiş ve ABD tarihinde nükleer santrallerde yaşanmış en önemli kaza olarak kayıtlara geçmiştir [67].

4.2.6. Mayak (Kyshtym) nükleer kazası

Sovyetler Birliği'nde 29 Eylül 1957 yılında gerçekleşen bu kaza bir nükleer atık işleme tesisinde açığa çıkmıştır. Yine bir soğutma sistemi kaynaklı arızadan dolayı gerçekleşen bu kaza sonucu 70-80 ton kadar radyoaktif maddenin tutulduğu tank patlayarak çevreye yüksek seviyelerde radyasyon yaymıştır. INES skalasına göre ise bu kaza seviye 6 olarak ilan edilmiştir [69].

4.2.7. Pemex LPG patlaması

Mexico City’de 19 Kasım 1984 yılında gerçekleşen bu kaza LPG terminalinde yaşanan bir patlama ile olmuştur. Tanklara bağlı olan borularda yaşanan yırtılma nedeniyle önce sızıntı bir süre devam ettikten sonra buhar bulutlarının oluşmuş ve sonrasında ortamdaki bir kıvılcım ile etkileşime giren gazlar faciayı gerçekleştirmiştir. Patlamanın etkisiyle tank parçaları çevreye dağılmış, tesiste ciddi hasarlar yaşanmış ve yangınlar baş göstermiştir [70]. Propan ve bütan gazlarının patlamasının yaşandığı bu kazada 500 kişi yaşamını yitirirken 4000 kişi de kazadan etkilenerek yaralanmıştır [71].



5. DOĞA KAYNAKLI AFETLERİN İKİNCİL ETKİLERİ VE KBRN AFETLERİNE DÖNÜŞÜMÜ

İnsanlar, diğer canlılar ve çevrenin, KBRN maddeleri ile karşı karşıya gelerek etkilenmesi veya zarar görmesi yaşanan endüstriyel kazalarla, petrol sızıntılarıyla, terör saldırılarıyla ya da savaşlar nedeniyle olmaktadır. Tüm bunlarla birlikte günümüzde artık KBRN kazalarının görülme riski de artmıştır ve her ne kadar bu tür kazaların yaşanması uzak bir ihtimalmiş gibi düşünülse de KBRN kazaları yaşandığında sonuçlar ağır olmaktadır [38].

Teknoloji dünyamızda birçok noktada kullanılmaktadır fakat teknolojinin doğru olmayan yöntemlerle bilinçsizce kullanılması sonucu büyük kazalar yaşanmakta ve bu kazaların en başında ise endüstriyel tesislerde yaşanan kazalar gelmektedir [72].

İnsanoğlu gün ilerledikçe teknoloji yönünden kendini geliştirmektedir fakat bu geliştirme sürecinde yapılan elektrik üretim santralleri, nükleer enerji santralleri, kimya sanayisi ve endüstriyel tesisler yaşanan doğal afetler sonrası büyük risk taşımakta ve ikincil afetlerin odak noktası olabilmektedir [73].

Doğa kaynaklı afetler beraberinde birçok sorunu getirebilmektedir. Gerek çevre gerekse de canlılar üzerinde yarattığı etkiler bakımından oldukça ağır sonuçlar doğurabilmektedir. Günümüzde yaşanan hızlı nüfus artışı ve yaygınlaşan endüstrileşme süreci ile birlikte doğal afetler, endüstri tesisleri başta olmak üzere birçok yapı üzerinde etkili olarak ikincil afetlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu yönüyle yaşanan doğal afetlerden sonra ikincil bir afet niteliği taşıyan KBRN afetleri de gelişebilmektedir [74].

5.1. Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Kimyasal Tehditlere Yönelik Sorunlar

Deprem, volkan patlaması, tsunami, sel, hortum gibi doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği birçok kimyasal kaza yaşanabilmektedir [75]. Örneğin; Meksika Körfezi'nde meydana gelen 2005 yılındaki Katrina ve Rita kasırgaları sonrasında çevreye 8 000 000 galondan daha çok petrol sızıntısı gerçekleşmiştir. Çek Cumhuriyeti'nde 2002 yılında ortaya çıkan sel afetleri sırasında sellerin neden olduğu bir ikincil felaket olarak 400 kg 'dan daha yüksek miktarda

klor gazı salınımı gerçekleşmiştir. Sumatra'da 2004 yılında yaşanan deprem ve tsunami afetlerinin hemen arkasından depremin tetiklediği ek bir facia olarak petrol depolarından 8000 metreküp kimyasal sızıntı gerçekleşmiştir [75].

5.1.1. Sellerin neden olduğu kimyasal tehditler

Sellerden sonra boru hatlarının zarar görmesi, toksik kimyasal maddelerin bulunduğu tesislerden etrafa yayılması, depo tanklarının sel sularının etkisiyle sürüklenmesine ve kimyasallardan kaynaklanan patlama, yangın gibi nedenlerden dolayı kimyasal kazalar yaşanabilmektedir. Bu durumun ortaya koyan en açık örneklerden birisi ise 1997 yılında İzmir'de yaşanan bir sel afetinde gerçekleşmiştir. Sel suların Sodyum Hiposülfid depolama noktasına girmesine bağlı olarak yangınlar ve kimyasal gazların yayılımı gerçekleşmiş ve bu kimyasal gazlardan etkilenen 17 itfaiye personelinin yanında birçok görevli de kimyasalları soluyarak etkilenmiştir. Aynı zamanda sellerden sonra bazı ağır metallerin bir noktada birikmesi gibi durumlarda yaşanabilmektedir. 1993-1994 yıllarında Meuse Irmağı çevresinde yaşanan sel afetleri nedeniyle o bölgedeki topraklarda kadmiyum ağır metal oranında artış meydana gelmiştir [76].

5.1.2. Volkanik aktivitelerin neden olduğu kimyasal tehditler

Volkanik birtakım faaliyetlerden sonra da bazı kimyasallar çevreye yayılmakta ve insanların bu gazlardan zehirlenmesine yol açmaktadır. 1986 yılında Batı Afrika'da Nyos gölünün yakınlarında bulunan volkanların gölün sularına sürekli olarak karbondioksit sızdırması sonucunda gölde korbondioksit birikimi gerçekleşmiştir. Sonrasında bu gölde ani gaz çözünmelerini takiben gaz patlamaları gelişmiştir. Gazdan etkilenen yaklaşık 1800 kişi ise bu zehirli gazlardan etkilenerek yaşamlarını kaybetmiştir [77].

5.1.3. Depremlerin neden olduğu kimyasal tehditler

Endüstriyel tesisler de bünyelerinde kimyasal maddeler barındırmaktadır ve tesisin bulunduğu yerde yaşanan depremler sonrasında kimyasallar çevreye yayılmaktadır. Deprem ve depremin tetiklemiş olduğu bu tesislerde yaşanan kazalar, kimyasalların toplum ve çevre üzerinde tehdit yaratmasına neden olmaktadır [6]. Aynı zamanda kimyasalların depolandığı

alanlar, kimyasalların taşınması, petrokimya tesisleri, LPG ve doğalgaz dolun noktaları, doğalgaz boru hatları, akaryakıt istasyonları depremlerin etkisi altında kalarak ikincil afetleri yaratabilmektedir [73].

Nitekim 1964 yılında Japonya'da yaşanan Nigata depremi ve yine aynı yıl Alaska' da meydana gelen Alaska depremi sonrası sanayi tesisleri ağır bir şekilde etkilenmiş ve sonrasında yangın ile patlamaların eşlik etmesi sonucunda kimyasallar çevreye yayılarak felaketin boyutu artmıştır [78].

Depremlerin direkt etkisi altında kalarak kimyasal afetlerin başlamasına neden olan bir diğer unsur ise petrol depo tanklarıdır. 1964 Japonya depremi Nigata şehrindeki rafinede hidrokarbon buharının depremin etkisiyle ortaya çıkan bir kıvılcım ile etkileşmesi sonucu yangınlar yaşanmıştır. 1978 Japonya depremi sonrası Shiogama şehrindeki rafinede üç depo tankı deprem nedeniyle hasara uğramış ve denize petrol sızmıştır. 2003 Japonya depreminden sonra Hokkaido şehrinde bulunan tesisin 29 petrol depolama tankında hasarlar meydana gelmiş ve birisinde yangınlar gerçekleşmiştir [79].

Depremlerin neden olduğu kimyasal kazaların gözle görünür en somut örneği Türkiye' de 1999 Marmara depremi sonrası gerçekleşen İzmit-TÜPRAŞ rafinesi yangını ve AKSA tesislerinde akrinonitril sızıntısıdır. Bunun daha somut örneği 1999 Marmara Depreminin tetiklediği kimyasal kazalardır [80].

Merkez noktası Gölcük olan Kuzey Anadolu Fayı üzerinde 7.2 büyüklüğünde bir deprem 17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanmış ve beraberinde getirdiği büyük yıkımların yanında yangın gibi ikincil afetlerde gözlemlenmiştir [10]. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde petrol rafineleri ile birlikte petrokimya tesisleri, metal sanayisi gibi birçok endüstriyel tesis bulunmaktadır. Bu yönüyle 1999 Marmara depreminin meydana geldiği bölge sadece deprem açısından riskli bir bölge değil aynı zamanda depremlerin tetiklediği ikincil bir kimyasal afetin yaşanması açısından da risk taşımaktadır. Nitekim deprem sonrası bu bölgede TÜPRAŞ yangını ile birlikte AKSA tesislerinde akrinonitril sızıntısı gibi deprem kaynaklı kimyasal madde salınımları gerçekleşmiş ve felaketin boyutlarını ikincil bir afete neden olması sebebiyle arttırmıştır [81].

Marmara depremi yaşanmadan önce TÜPRAŞ rafinesi Avrupa'nın en büyük yedinci rafinesi konumundaydı. TÜPRAŞ rafinesi bunlara ek olarak aynı zamanda sıvı doğalgaz dağıtım ve ihracat noktasıydı. Yaşanan Marmara Depremi sonrası bu rafine tesisinde gelişen yangın, depolama tankları, soğutma kuleleri ve ham petrol işleme üniteleri gibi birçok unsuru etkisi altına almıştır. Yangın üç günün sonunda kontrol altına alınmış olsa da tamamen söndürülmesi beş günü bulmuştur [78].

Depremi hemen arkasından üç farklı noktada yangınlar gözlemlenmiştir. Hasarın boyutunun daha da büyümemesi için rafinenin tüm birimleri kapatılmıştır. Tesiste deprem nedeniyle hem elektrik hem de su boru hatlarında hasarlar yaşanmıştır. Tesisteki su depolama tanklarının üzeri kapatılmadığı için tanklardaki suların büyük bir miktarı depremin sarsıntısıyla dökülmüştür. Elektrik eksikliğinden dolayı söndürme için kullanılacak su pompaları düşük kapasitedeki dizel jeneratörler ile çalıştırılabilmektedir. Depremi ardından bir kimya deposunda kimyasalların devrilerek reaksiyona girmesi sonucunda ilk yangın gelişmiş fakat kısa sürede söndürülmüştür. İkinci yangın ise bir petrol işleme noktasında başlamıştır. Üçüncü ve en büyük yangın ise nafta tank çiftliğinde gerçekleşmiştir. Yangının gelişmesine yüzer çatılı nafta depolama tanklarının depremin yarattığı sarsıntıyla tankın iç tarafına çarpmasıyla oluşan kıvılcımlar neden olmuştur. Yangınla mücadelenin ilk aşamasında kısıtlı imkanlarla yangın kontrol altına alınsa da sonrasında yangın yeniden başlamış ve tank çiftliğinde etki alanını genişletmiştir. Tüm çabalara rağmen yangının kontrolden çıkmış ve tesisteki elektrik yokluğu köpükle yangına müdahalenin önüne geçmiştir. Havadan uçaklar ile müdahale alçaktan uçmak mümkün olmadığı için beklenen şekilde gerçekleştirilememiştir. Tüm çabaların sonuçsuz kalması nedeniyle tesis etrafında 5 km'lik bir alan tahliye edilmiştir [80].

Marmara depremi sonrasında ortaya çıkan başka bir büyük kimyasal sorun ise, yükleme boşaltma nafta limanında bulunan bir geminin boru hattında yaşanan kopma sonucu İzmit Körfezi kıyılarının sızıntıya maruz kalmasıdır. Bu duruma ek olarak yine bu deprem sonrasında LPG transfer kolunda yaşanan sorun nedeniyle 35 ton LPG maddesi körfeze boşalmıştır. Bu iki durum sonrası Marmara Deniz'i kıyılarında bir petrol katmanı oluşmuştur [78].

5.2. Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Biyolojik Tehditlere Yönelik Sorunlar

Doğa kaynaklı afetlerin insan sağlığında nasıl etki yarattığı konusunda tespitlerin yapılması ve sayısal verilerle ifade edilmesi oldukça zor bir durumdur. Böyle bir durumun gelişmesine etki eden faktör ise doğa kaynaklı afetlerden sonra sağlık sonuçlarının belirli bir dönemden sonra ortaya çıkıyor olmasıdır [82].

Afetlerden bir süre sonra biyolojik ajanların ortaya çıkma riski artmaktadır. Bu riskin yanında aynı zamanda biyolojik ajanların yayılım hızı da artış göstermektedir. Afet sonrasında yaşanan topluluk faktörü, hijyen koşulları, gıda güvenliği ve sağlıklı su temini konusunda standartların sağlanamaması, evsel ve insan atıkları ile çevresel risklerin yarattığı tüm olumsuz koşullar bulaşıcı hastalıkların artışına neden olmaktadır. Özellikle afetlerden sonra barınma amaçlı kullanılan noktalar veya çadır kentler nüfus yoğunluğu nedeni ile risk taşımakta ve gerekli hijyen standartlarına uygunluğun göz ardı edilmesiyle solunum yoluyla yayılan enfeksiyon hastalıklarının ve salgın hastalıklarının potansiyelini güçlü bir şekilde arttırmaktadır [83].

Doğa kaynaklı afetlerden sonra güvenilir, temiz ve hijyenik olmayan gıdalar ile suların kullanılmasına bağlı olarak kolera ve tifo gibi hastalıklar, bazı vektörlerin kontrol dışı kalmasına bağlı veba ve sıtma gibi hastalıklar ve temas yoluyla kişilerin birbirini kontamine etmesi sonucu yayılan hepatit A ve solunum yolu hastalıkları gibi birçok hastalık kendini göstererek afetin boyutunu arttırmakta veya ikincil bir afet olarak biyolojik afetlerin başlamasına neden olmaktadır [83].

Yaşanan deprem, volkan patlaması, tsunami, sel gibi doğa kaynaklı afetler salgın hastalıkları açığa çıkarmakta ve afetin yaşandığı bölgede hızlı bir şekilde yayılım gösterebilmektedir. Doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu bazı biyolojik sorunlar ve oluşturduğu tehditler Çizelge 5.1’de gösterilmiştir [84].

Çizelge 5.1. Doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu biyolojik tehditler

YIL	AFET	BİYOLOJİK SALGIN
1992	Nikaragua Volkan Patlaması	Solunum yolu enfeksiyonu, ishal salgını
1995	Allison Kasırgası	İshal salgını
1999	Kolombiya Depremi	Giardia spp. salgını
1999	Düzce Depremi	Hepatit A, Hepatit E
1999	Tayvan/Chi-Chi Depremi	Solunum yolu enfeksiyonu, ishal salgını
2001	El Salvador Depremi	Solunum yolu enfeksiyonu, ishal salgını
2003	İran/Bam Depremi	Solunum yolu enfeksiyonu, ishal salgını
2004	Car Nicobar Adaları Tsunamisi	Rotavirus salgını
2005	Katrina Kasırgası	İshal salgını
2011	Van Depremi	Giardia spp. Salgını

5.2.1. Sellerin neden olduğu biyolojik tehditler

Doğa kaynaklı afetlerden sonra bir biyolojik afet ve bulaşıcı hastalık olarak salgınların yaşanmasında seller etkili olmaktadır. Sel afetleri insanları direkt olarak selin ilk anında yarattığı etkiler ile etkileyebildiği gibi dolaylı etkilerini insanlar üzerinde selden sonra görülen bulaşıcı hastalık, enfeksiyon gibi nedenlerle de gösterebilmektedir. Doğa kaynaklı afetler içerisinde en fazla bulaşıcı hastalık ve biyolojik ajan doğurma riski taşıyan afet, sel afetleridir. Bu durumun en önemli nedeni ise kanalizasyonlar taşarak içme ve kullanma suyuna karışmasıdır. Selde asıl sorun temiz su sıkıntısı olduğu için su ve besin yoluyla bulaşıcılık gösteren hastalıklar artış göstermesi beklenmektedir. Temiz ve hijyenik olmayan sular ile kontamine olunması durumunda çeşitli enfeksiyonlar gelişmektedir [76]. Yaşanan sel afetlerinin tetiklediği bulaşıcı hastalıklar ve neden olduğu salgınlar Çizelge 5.2' de gösterilmiştir [85].

Çizelge 5.2. Seller ve neden olduğu bulaşıcı hastalıklar

ÜLKE	YILLAR	BULAŞICI HASTALIKLAR
Avustralya	1998-2001, 2011	Leptospirosis, Ross River virüsü
Avusturya	2010	leptospiroz
Bangladeş	1983–2007	Kolera, akut solunum yolu enfeksiyonları
Kanada	1975-2001	İshal
Çin	1979–2000	şistozomiyaz
Çek Cumhuriyeti	1997, 2002	Leptospirosis, Tahyna virüsü
İngiltere	2000	İshal
Fransa	2009	leptospiroz
Almanya	2005, 2007	Norovirüs, leptospiroz
Guyana	2005	leptospiroz
İtalya	1993–2010	Hepatit A, salmonelloz, ishal, leptospirosis, leishmaniasis, lejyonelloz
Hindistan	2001–2006	leptospiroz
Endonezya	2001-2003	paratifo ateşi
Meksika	2007, 2010	Leptospirosis, dang humması
Pakistan	2010	İshal, deri ve yumuşak doku enfeksiyonu, konjonktivit, solunum yolu enfeksiyonu, şüpheli sıtma
Filipinler	2009	leptospiroz
Sudan	2007	Rift Vadisi ateşi
Tayvan	1994–2009	Leptospirosis, melioidosis, enterovirüsler, dang humması, basiller dizanteri, Japon ensefaliti
Japon ensefaliti	2012	melioidoz
ABD	2001, 2004	İshal, leptospiroz
Vietnam	2008	Konjonktivit, dermatit

1998 yılında Bangladeş’ de yaşanan sel afeti ülkenin büyük bir çoğunluğunu sular altında bırakmış ve 30 milyondan fazla insan da bu sellerden etkilenmiştir. Sel afetinden sonra insanlarda yaygın olarak ateş, solunum yolu şikayetleri, boğaz ağrısı, cilt problemleri ve ishal gibi şikayetlerde artış yaşanmıştır. Selden etkilenenlerin kapalı su kaynaklarını kullanmamaları kontamine su kaynaklarını kullanmış olmaları nedeniyle hastalıklara daha açık bir hale gelmiştir. Nitekim Bangladeş’ yaşanan bu sel afetinden sonra bulaşıcı hastalıklar yüzünden hayatını kaybedenlerin büyük bir çoğunluğu ishal kaynaklı gerçekleşmiştir. Yapılan incelemelerde ise ishalleri neden olan biyolojik ajanların *Vibrio cholerae* ve enteropatojenik *Escherichia coli* olduğu tespit edilmiştir [86].

5.2.2. İklim değışikliği ve kuraklığın neden olduğu biyolojik tehditler

Günümüzde endüstrileşmenin yaygınlaşması ile birlikte atmosfer içerisindeki zehirleyici gazların (karbondioksit, metan, diazotmonoksit) seviyesinde artışlar yaşanmakta bu artışlara bağlı olarak da hava kirliliğinin getirdiği KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı) gibi veya astım gibi birçok hastalık görülebilmektedir. Dünyayı etkisine alan iklim değışikliği sadece bu tip hastalıklara değil aynı zamanda insanlar ve diğer tüm canlılar için büyük risk doğuracak olan bulaşıcı hastalıklara neden olabilmekte, bu bulaşıcı hastalıkların biyolojik bir afet boyutuna ulaşmasına zemin hazırlayabilmekte ve salgınlar arası dönemin sıklaşmasına neden olabilmektedir. Bulaşıcı hastalıkların sıklığında yaşanan bu artıştaki en temel etmenlerden birisi ise iklim değışiklinin getirdiği aşırı hava sıcaklıklarına bağlı kuraklık ve kuraklığa bağlı temiz su standartlarına ulaşma konusundaki engellerdir [87]. İklim değışikliği belirgin sıcaklık artışlarına neden olduğu için enfeksiyon hastalıkları ile vektörlerin neden olduğu hastalıkların görülme potansiyelini artırmaktadır. Sıtma, ensefalit, gibi hastalıklar iklim değışikliği kaynaklı görülen vektörlerin neden olduğu hastalıkları meydana getirmektedir. Bununda dışında tifo, kolera, paratifo, dizanteri gibi vektör sebepli olmayan diğer hastalıkların da sıklığında artışlar yaşanmaktadır [88].

5.2.3. Depremın neden olduğu biyolojik tehditler

Depremlerin yeryüzünde yarattıkları hasar ve yıkımlar temiz su kaynaklarının zararlı enfeksiyon etkenleri ile kirlenerek kontamine olmasına ve deprem sonrasında salgınların yaşanmasına neden olabilmektedir. Özellikle deprem sonrası çeşitli su kaynakları ya da gıda ürünlerinin tüketilmesi yoluyla bulaşan hastalıkların kontrol altında tutulabilmesine yönelik faaliyetler aksatıldığında salgınların boyutu büyüebilmektedir [89].

Depremler sadece ilk anda yarattığı yıkım ile değil aynı zamanda sonrasında ortaya çıkardığı birçok tıbbi problemi de beraberinde getirmektedir. Bakteri, virüs ve toksinler deprem sonrası kendilerini göstermekte solunum yolu ile bulaşıcı hastalıklar artmakta ve vektörler de ikincil bir biyolojik afete yol açabilmektedir. Deprem sonrası hijyen standartlarından uzak su kaynaklarının kullanılması sonrası önemli sağlık sonuçları doğuran *Vibrio cholerae*, *Cryptosporidium spp.*, rotavirus, *Salmonella spp.*, *Leptospira spp.*, *Shigella dysenteriae*, norovirus, *Giardia spp.* gibi etkenlerin neden olduğu hastalıklar görülebilmektedir [84].

Tatvan' da 1999 yılında meydana gelen 7.3 büyüklüğündeki deprem Chi-Chi kentinde etkili olmuştur. Şehirde güvenli kabul edilen noktalarda kamplar oluşturulmuş ve insanlar bu noktalara yerleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda deprem sonrasında solunum yolu enfeksiyonlarında ve akut gastroenterit vakalarında artış yaşanmıştır. Bununla birlikte shigelloz vakaları da tespit edilmiştir [90]. 2003 yılında İran'ın Bam şehrinde 6.5 büyüklüğünde yaşanan depremin hemen sonrasında ise yine halkın sağlığını etkileyecek birçok biyolojik risk oluşmuş ve bunun sonucunda solunum yolu enfeksiyonları, şiddetli ishaller sıklıkla görülmüştür [91]. Düzce' de 7.2 büyüklüğünde meydana gelen 12 Kasım 1999 depreminde ise depremden etkilenen insanlar kamplarda yaşamaya başlamış ve sıhhi tesisat, temiz su ve gıdaların standartlarının tam anlamıyla yakalanamaması nedeniyle hepatit A ve hepatit E hastalıkları kampta yaşayan çocuk gruplarında artış göstermiştir [92].

5.2.4. Tsunaminin neden olduğu biyolojik tehditler

Tsunami afetlerinden sonra kısa bir süre içerisinde kirlenmiş zararlı sularla kontamine olunmasına bağlı birçok enfeksiyon ortaya çıkabilmektedir. Tsunami sonrasında temiz sular okyanus sularıyla ve kanalizasyon sularıyla karışarak kullanılmaz duruma gelebilmekte ve kolera, shigella, rotavirüs, norovirüs, adenovirüs, salmonella hepatit A, hepatit B gibi enfeksiyonların gelişmesine ve buna bağlı ciddi salgınların yaşanmasına neden olmaktadır [89].

Aralık 2004' de Asya Kıtası' nda bir ada olan Can Nicoba' ı etkisi altına alan bir tsunami yaşanmıştır. Bu tsunami afetinde yüzlerce kişi yaşamını kaybederken binlerce insan da kaybolmuştur. Tsunami adada bulunan 17 köyü yıkmış ve hayatta kalanlar kamplara yerleşmişlerdir. En büyük yerleşim alanlarından biri olan Mus Köyü' nde tsunami afetinden bir süre sonra bölgede sıklıkla ishal vakalarının olduğu gözlemlenmiştir. İlerleyen günlerde kampın su kaynağını oluşturan altı kuyudan beş tanesinde koliform bakterilerin varlığı tespit edilmiştir. Özellikle tsunami afetinden hemen sonra Mus' a ulaşamaması ve gerekli bulaşıcı hastalıklar ve salgın hastalıklara yönelik önleyici tedbirlerin zamanında alınamaması salgın hastalıkların başlamasına neden olmuştur. Aynı zamanda tsunami etkisiyle açık su kaynakları dışkı veya diğer enfeksiyon kaynağı olabilen etmenlerle kirlenmiş ve bu durum da salgını tetikleyen başka bir boyutu oluşturmuştur [93].

5.3. Doğa Kaynaklı Afetlerden Sonra Ortaya Çıkan Radyolojik ve Nükleer Tehditlere Yönelik Sorunlar

Nükleer enerji, genellikle diğer enerji türlerine nazaran daha fazla enerji üretebilme kapasitesi nedeniyle de sıklıkla tercih edilen ve günümüzde artık yaygınlaşmış bir enerji kaynağıdır [94]. Her ne kadar olumlu yönleri bulunuyor olsa da nükleer santraller gerekli önlemler ve standartlar sağlanamadığında kazalar yaşanabilmekte, radyasyon salınımlarının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Bu yönüyle nükleer santraller birçok risk faktörünü bünyesinde barındırmaktadır.

Riski doğuran etmenler insan kaynaklı olabileceği gibi doğa kaynaklı da olabilmektedir. Bu nükleer enerji santrallerinde doğal veya insan kaynaklı etmenler nedenli yaşanacak kazaların etki düzeyi diğer enerji üreten santrallerle karşılaştırılamayacak seviyede yüksek olabilmektedir. Nükleer kazalar için ciddi güvenlik önlemleri alınmakla birlikte bu tür kazaların sayısı her ne kadar az olsa da yaratacağı etkiler yönüyle etkisi ve etki alanı çok geniş olacağından nükleer kazalar çok ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Bu sonuçlardan en önemlisi ve en çok dikkat edilmesi gereken nokta ise radyasyon yayılımlarına neden olan nükleer sızıdır [94].

5.3.1. Deprem ve tsunaminin neden olduğu radyolojik ve nükleer tehditler

Doğa kaynaklı afetler içerisinde özellikle depremler nükleer santraller için büyük bir tehdit unsurudur. Doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ikincil bir afet olarak karşımıza çıkabilen nükleer santral kazaları insanların hayatını olumsuz yönde etkilemekte ve insanların sağlığını bozmaktadır. Nitekim doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu ikincil bir afet olarak gelişen ve radyasyon yayılımına, nükleer sızıntılara neden olan, çevre üzerinde büyük hasarlar yaratan bir afet olarak 2011 yılında Fukuşima nükleer santral kazası meydana gelmiştir [95].

Japonya, Fukuşima Nükleer santral kazasını yaşadığı tarihte 19 nükleer santral ve 50 tane reaktör ile nükleer enerji üretme kapasitesine sahiptir. Deprem öncesinde Fukuşima Nükleer enerji santralinde bulunan 6 Adet reaktörden 1, 2 ve 3 numaralı reaktörler aktif halde enerji üretmekteyken 4, 5 ve 6 numaralı reaktörler pasif durumdadır. Reaktörlerde ise farklı türden yakıtlar kullanılmaktadır. Bu yakıtlar uranyum dioksit ve karışık oksit yakıtlardır [96].

11 Mart 2011’ de yaşanan 9.0 büyüklüğündeki Japonya depremi 14 metre yüksekliğinde dev tsunami dalgalarını oluşturmuştur. Oluşan dev tsunami dalgaları Fukuşima nükleer santralini sular altında bırakarak etkisi altına almıştır. Bu kazada depremin hemen ardından santraldeki reaktörler otomatik bir şekilde kendiliğinden kapanmış ve acil durumlarda devreye girmesi planlanan jeneratörler olması gerektiği üzere gerekli müdahaleyi yaparak reaktörlerin ısısının düşürülmesini sağlayacak su pompalarının çalışmasını sağlamıştır. 9.0 büyüklüğündeki bu deprem reaktörlerin üzerinde herhangi bir hasar yaratmazken asıl hasar tsunami dalgaları nedeniyle oluşmuştur. Tsunami dalgaları nükleer santralin elektrik sistemi üzerinde arızalara neden olmuş, jeneratörleri pasif hale getirmiştir. Isısı düşürülemeyen reaktörlere gereken müdahale yapılamadığı için şiddetli hidrojen patlamaları ve yangınlar ile birlikte çevreye radyasyon yayılımı gerçekleşmiştir. Nükleer santral çevresinde radyasyon sızıntısına karşı önlem alınarak 20 km çapında bir alanda 200 000 kişinin tahliye edilmesine neden olmuş ve bu alana girilmeyi yasaklamıştır. Patlama nedeniyle 16 kişi bu kazada yaralanırken onlarca personel nükleer santrale müdahale aşamasında soğutma çalışmalarını desteklerken radyasyondan etkilenmiştir [97].

Kazadan sonra çevreye en çok yayılım gösteren radyoizotoplar ise Cs-134 ve Cs-137 olmuştur. Bu nükleer felaketin üzerinden yıllar geçmiş olmasına rağmen sezyum 137 ile kontamine olmuş, radyasyonun etki alanında kalmış yerlerde temizleme çalışmaları ve reaktörü soğutma çalışmaları devam etmektedir [98].

Fukuşima nükleer santral kazası da tıpkı Çernobil nükleer kazasında olduğu gibi INES ölçeğine göre seviye 7 olarak ilan edilmiştir. Bu iki kaza halk üzerinde yarattığı sağlık sonuçları yönünden karşılaştırılacak olunursa Fukuşima nükleer kazası Çernobil’deki felakete oranla sağlık etkileri çok daha düşük olmuştur. Bu durumun temel nedeni ise Japonya’nın kazanın yaşanmasından sonraki süreç içerisinde şeffaf ve net bir politika izleyerek hızlı tahliye işlemlerini gerçekleştirmesidir [96].

6. LİTERATÜRDEKİ MEVCUT DEĞERLENDİRMELER

Doğa kaynaklı afetler sebebiyle meydana gelen ve ikincil bir afet niteliği taşıyan KBRN konusunda literatür incelendiğinde çok az çalışma ve bilgiye ulaşılabilmektedir. Yapılan çalışmalar genellikle doğa kaynaklı afetlerin açığa çıkardığı yangın, patlama veya çevre kirlilikleri üzerine yoğunluk göstermiştir. Bunun dışında depremlerin neden olduğu endüstriyel tesis kazaları ve çevreye olan etkileri, sellerden sonra ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklar, iklim değişikliği ve kuraklığın beraberinde getirdiği biyolojik sorunlara yönelik ayrı ayrı çalışmalar yapılmış olsa da doğa kaynaklı afetlerin ortaya çıkardığı KBRN afetlerine yönelik çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

KBRN risklerine yönelik olarak yayımlanan kanun yönetmelik ve planlara ulusal düzeyde bakıldığı zaman Türkiye’de son yıllarda bu konudaki hassasiyetin arttığı görülmekle birlikte genellikle radyoaktif tehditlere yönelik çalışmaların yapıldığı gözlemlenmektedir.

KBRN tehditlerine yönelik olarak 2015 yılında “Atık Yönetimi Yönetmeliği”, 2019 yılında “Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik”, 2008 yılında “Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Özel İlkeler Yönetmeliği”, 2012 yılında “Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Yönetmeliği”, 2020 yılında “Nükleer Güvence Yönetmeliği”, “Nükleer İhracat Kontrolü Yönetmeliği”, “Nükleer Tesislerin ve Nükleer Maddelerin Emniyetine İlişkin Yönetmelik”, “Radyasyon Acil Durumlarının Yönetimine Dair Yönetmelik” ve “Radyoaktif Kirliliğe Maruz Kalmış Alanların Çevresel İyileştirme Faaliyetlerinin Yetkilendirilmesine İlişkin Yönetmelik”, “Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer Tehdit ve Tehlikelere Dair Görev Yönetmeliği” gibi yönetmelikler yayımlanmıştır. 2019 yılında ise “Ulusal Radyasyon Acil Durum Planı” yayımlanmıştır. 1983 yılında “Çevre Kanunu”, 2000 yılında “Denizlerde ve Yurt Yüzeylerinde Görülen Patlayıcı Madde ve Şüpheli Cisimlere Uygulanacak Esaslara İlişkin Kanun” ve 2006 yılında “Kimyasal Silahların Geliştirilmesi, Üretimi, Stoklanması ve Kullanımının Yasaklanması Hakkında Kanun” yayımlanmıştır. AFAD tarafında “2014-2023 Radyasyondan Korunma Standartlarının Güncellenmesi ve Güçlendirilmesi Yol Haritası Belgesi” 2021 yılında ise “KBRN Terimler Sözlüğü” ve “Kimyasal ve Radyolojik Olaylara Müdahalede Sınır Değerler” dokümanı yayımlanmıştır [18].

Kınıklı ve Cesur (2020), yapmış oldukları çalışmada afetlerin ardından bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkabileceği ve bu nedenle afetlerden sonra süratle enfeksiyon etkenlerinin kontrol altında tutulmasına yönelik eylemlerin hayata geçirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Afetler gerçekleşmeden önce aşılama yönelik faaliyetlerin yerine getirilmesinin afetler sonrasında bulaşıcı hastalıkların hem ortaya çıkma oranını hem de ölüm oranlarını azalttığı konusunda çıkarımlarda bulunulmuştur [89].

Özel (2020), çalışmasında kaynağı ne olursa olsun insan veya doğa kaynaklı afetler sonrasında çevreye büyük zararlar veren ciddi kirliliklerin yaşanabileceği ve bu kirliliklerinde ikincil bir afet olarak değerlendirilmesi gerektiği üzerinde durmuştur. Afetler sonrasında gelişebilecek kirliliklere yönelik tedbirlerin hızlı bir şekilde alınarak çevre kirliliğinin boyutunun büyümesinin engellenmesi gerektiği, bu konuda hazırlık çalışmaları yapılması gerektiği ve afetler sonrası çevre kirliliğine neden olabilecek risklerin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir [66].

Ekşi (2016) ele almış olduğu çalışmada, afet yönetimi ve çevre yönetiminin birlikte değerlendirilerek afetlerin neden olabileceği çevresel risklerin belirlenmesi, önlenmesi ve kontrolünün sağlanmasının önemi üzerinde durmuştur. Aynı zamanda nükleer kazaların ortaya çıkardığı radyolojik kirlenmeler ve endüstri tesislerindeki kimyasalların kaza sonucu çevresel riskleri ortaya çıkardığı, afetlerden sonra bulaşıcı hastalıkların geliştiği vurgulanmış ve bu nedenle afet planlarında çevresel risk yönetimine dair hangi kurumun nerede ne görevi üstleneceği konusundaki belirlemelerin yapılması gerektiğine dikkat çekilmiştir [83].

Taştan ve Aydınoglu (2015), çalışmalarında çoklu afet riski üzerinde durmuştur. Afetlerin birbirlerini tetikleme durumlarını değerlendirilmiş ve Türkiye’ de sıklıkla karşılan afetler için ayrı ayrı veri gereksinimi yapılmıştır. Bir doğa kaynaklı afet başka bir doğa kaynaklı afeti açığa çıkarma durumları ile ilgili tehlike ve risk unsurlarının afetler için bütünleşik bir şekilde düşünülmesi gerektiğinden bahsedilmiştir [8].

İlerisoy, Gökşen, Soyluk, Takva (2022), çalışmalarında Türkiye’ de gerçekleşen depremler sebebiyle ikincil olarak gerçekleşebilecek doğa kaynaklı afetlerden bahsetmiştir. Çalışma kapsamında öncelikle deprem riski bulunan noktalar belirlenmiş ve tablo haline getirilmiştir. Daha sonra tabloda ikincil afet açısından risk barındıran yerlerin durumu ve bu yerlerin risk

yoğunluğu hususunda belirlemeler yapılmıştır. Depremler ve depremlerin neden olabileceği heyelan, tsunami, çığ gibi doğa kaynaklı afetler açıklanarak Türkiye’de yaşanmış depremler sonrasında gerçekleşen afetlere örnekler verilmiş ve sonrasında ise alınabilecek önlemlere değinilmiştir. Bu noktada depremlere bağlı olarak meydana gelebilen afetlerden en az zararlı kurtulabilme için alınması gereken önlemler içerisinde en önemlisinin bölgedeki jeolojik ve çevresel etmenler dikkate alınarak imar çalışmalarının yapılması gerektiği önerisinde bulunulmuştur [12].

Çakmakoğlu (2007), tez çalışmasında depremler sonrasında endüstriyel sanayi tesislerinde gerçekleşebilecek yangınlar ve patlamaların çevreye olası etkilerinden bahsetmiş, insanlar üzerinde yaratabileceği negatif etkileri değerlendirilmiştir. Bu çerçevede çalışma kapsamında TÜPRAŞ yangını değerlendirme konusu olarak ele alınmış ve bu tip kazalarla ilerde karşı karşıya kalınması durumunda ne gibi yöntemlerin uygulanabileceğine yönelik çıkarımlar yapılmıştır. Endüstri tesislerinin yaşanabilecek afet ve acil durumlara yönelik mutlaka farklı senaryolar yaratılarak tatbikatların gerçekleştirilmesi gerektiği, resmi ve özel kuruluşların kendilerine verilen görev ve sorumlulukların bilincinde olarak hareket etmeleri gerektiği önerileri sunulmuştur [79].

Dökmeci ve Akduman (2022), hazırlamış oldukları çalışmada Türkiye’ de meydana gelen doğa kaynaklı afetlerden sonra görülebilecek KBRN-P tehlike ve riskleri için haritalandırma yapmıştır. KBRN-P yaşanma ihtimali olan noktalardaki endüstriyel tesisleri gösteren haritalar AFAD tarafından hazırlanmış doğal afet tehlike haritaları ile bütünleşik bir şekilde ele alınarak ortaya çıkarılmış ve doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu KBRN-P risklerine yönelik değerlendirmeler sunulmuştur. Birbirlerini takip eden bu tip zincirleme felaketler için zincirin her halkasını bir afet gibi görüp değerlendirmek, doğa kaynaklı olaylar ile KBRN-P tehlikesi barındıran bir risk yönetimi anlayışını benimsemek bu doğrultuda risk analizlerinin yapılması gerektiği önerileri sunulmuştur [99].

Taştan ve Aydınoglu (2014), yaptıkları çalışmada afetlerin birbirlerini tetikleme durumlarını ele almıştır. Bir afetin başka bir afeti doğurabileceği ve bu sebeple tehlikelerin tespiti sırasında yalnızca tek bir tehlike değil birden fazla tehlikenin varlığının araştırılıp değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Afet yönetimi faaliyetlerinde olumlu sonuçlar elde edebilmenin yolunun çoklu tehlike, risk faktörlerinin iyi bilinmesi ve tehlike ile zarar

görebilirlik durumlarının bütünleşik bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır [7].

Kaynak (2020), yapmış olduğu çalışmada KBRN ajanlarının doğa kaynaklı afetler, bazı kazalar ve savaşlar nedeniyle açığa çıkabildiği belirtilmiştir. Doğa kaynaklı afetler sonrasında KBRN ajanlarının boy gösterebileceği ve bu ajanlara müdahale aşamasında hastanelerin etkin bir görev üstlendiğinin vurgusunu yapmıştır. Bu duruma vurgu yapılarak hastanelerde görevli personelin yüz yüze anket tekniği ile KBRN hakkındaki temel bilgi düzeyleri ölçülmesi hedeflenmiştir. Yapılan anket çalışmaları neticesinde ise çalışanların KBRN bilgisi ve tatbikat deneyimlerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada afet planları kapsamında KBRN tehlikelerini içeren özelleşmiş planların hazırlanması gerektiği, Hastane Afet Planları' da görev alacak personelin doğa kaynaklı afetler sonrasında KBRN kazalarının gelişebileceği konusunda bilinçlendirilmesi gerektiği ve her yıl en az bir defa olacak şekilde KBRN eğitimlerinin alınarak tatbikatların yapılması gerektiğine yönelik öneriler sunulmuştur [4].

7. MATERYAL-METOT

Tez çalışması kapsamında doğa kaynaklı afetlerin tetiklediği ve sonrasında KBRN tehdidi yaratan kazalar tarihte kötü bir şekilde deneyimlenmiş kazalar üzerinden ilişki kurularak verilmiştir. Doğa kaynaklı afetlerin asıl tehdit ettiği ve büyük KBRN kazalarının yaşanmasına neden olabilen endüstriyel kazalar ise detaylıca analiz edilmiş, doğa kaynaklı afetlerin KBRN kazalarına neden olma durumları endüstriyel kazalar üzerinden verilmiştir. Çalışmaya öncelikle EM-DAT veri tabanına üyelik işlemlerinin oluşturulmasıyla başlanmıştır. Veri tabanı incelendiğinde afetler, doğal ve teknolojik (insan kaynaklı) olarak iki gruba ayrıldığı görülmüştür. Yaşanan afet ve acil durumların EM-DAT veri tabanında yer alması için 10 ya da daha çok sayıda ölümün meydana gelmesi, 100 ya da daha çok kişinin bu olaylardan etkilenmesi, uluslararası yardım talebine çıkılması gibi şartlardan en az birinin gerçekleşmesi durumunun arandığı tespit edilmiştir [100].

Tez çalışmasında öncelikle kıta olarak, Asya, Avrupa, Amerika kıtaları, afet grubu olarak doğa kaynaklı afetler, afet türü olarak ise; deprem, heyelan, kütle hareketi (kuru), orman yangını, sel ve volkanik faaliyetler seçilerek 1992-2022 yılları arası dönemleri kapsayan doğa kaynaklı afetler veri tabanından taranarak Excel programına aktarılmıştır. Sonrasında yine benzer işlemler teknolojik (insan kaynaklı) afetler için uygulanmıştır. Kıta olarak, Asya, Avrupa, Amerika kıtaları, afet grubu olarak teknolojik kaynaklı afetler, afet türü olarak ise; endüstriyel kazalar seçilerek 1992-2022 yılları arası dönemi kapsayan teknolojik afetler veri tabanından taranarak Excel programına aktarılmıştır.

Excel programına aktarılan verilerden doğa kaynaklı afetlerin afet sayıları seçilerek SPSS programına aktarılarak basit frekans analizi yapılmıştır. Teknolojik afetler için afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayıları seçilerek SPSS programına aktarılmış ve yine basit frekans analizi yapılmıştır. Aynı zamanda bunlarla birlikte Excel programına aktarılan teknolojik ve insan kaynaklı afetlerin sayıları süzülerek en çok afetin meydana geldiği ilk 15 ülke hem teknolojik kaynaklı hem de doğa kaynaklı afetler için SPSS programına aktarılarak basit frekans analizi yapılmıştır. Tüm bunlara ek olarak yine tarihte daha önce gerçekleşmiş endüstriyel tesis kazaları ve doğa kaynaklı afetlerden etkilenerek büyük felaketlere yol açan kazalar konuyla ilişkilendirilerek kaynaklardan taranarak verilmiştir.

8. ANALİZ VE BULGULAR

8.1. Doğa Kaynaklı Afetler

Doğa kaynaklı afetler kıta, afet türü ve afet sayısına göre analiz edildiğinde toplamda Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında 5041 afet meydana gelmiştir. Asta Kıtası için en çok meydana gelen afet türlerinin %65,15 ile sellerin, %18,61 ile depremlerin, %11,89 ile heyelanların gerçekleştiği görülmüştür. Avrupa kıtası için bakıldığında ise, %73,41 ile sellerin, %12,19 ile orman yangınlarının ve %9,21 ile depremlerin meydana geldiği görülmüştür. Amerika kıtası için ise %67,04 ile sellerin, %10,94 ile orman yangınlarının ve %9,76 ile depremlerin en çok görülen doğa kaynaklı afetler olduğu tespit edilmiştir. EM-DAT verilerine göre 1992-2022 yılları arasında Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında meydana gelen doğa kaynaklı afetlere ilişkin detaylı bilgini yer aldığı tablo Çizelge 8.1’ de gösterilmiştir. Çizelgede “n” meydana gelen afet sayısını ve “%” ise afetlerin oransal dağılımını göstermektedir.

Çizelge 8.1. Doğa kaynaklı afetlerin 1992-2022 yılları arası kıtalara göre afet sayıları.

KITA	AFET GRUBU	AFET TÜRÜ	AFET SAYISI	
			n	%
ASYA	DOĞAL	Deprem	526	18,61
		Heyelan	336	11,89
		Kütle Hareketi (Kuru)	12	0,42
		Orman Yangını	56	1,98
		Sel	1841	65,15
		Vulkanik Faaliyet	55	1,95
TOPLAM			2826	100
AVRUPA	DOĞAL	Deprem	71	9,21
		Heyelan	34	4,41
		Kütle Hareketi (Kuru)	1	0,13
		Orman Yangını	94	12,19
		Sel	566	73,41
		Vulkanik Faaliyet	5	0,65
TOPLAM			771	100
AMERİKA	DOĞAL	Deprem	141	9,76
		Heyelan	110	7,62
		Kütle Hareketi (Kuru)	4	0,28
		Orman Yangını	158	10,94
		Sel	968	67,04
		Vulkanik Faaliyet	63	4,36
TOPLAM			1444	100
GENEL TOPLAM			5041	

Doğa kaynaklı afetler ülke bazında ele alınarak yapılan analizde 1992-2022 arası dönemde ilk 15 ülkenin yer aldığı sıralamada 2740 afetin meydana geldiği görülürken, Çin %16,79 ile Endonezya %14,20 ile, Hindistan %10,07 ile ABD %9,31 ile Filipinler %6,90 ile ilk 5 sırada yer aldığı tespit edilmiştir. 1992-2022 yılları arasında en fazla doğa kaynaklı afetin gerçekleştiği ilk 15 ülkenin yer aldığı tablo Çizelge 8.2’de gösterilmiştir. Çizelgede “n” meydana gelen afet sayısını ve “%” ise afetlerin oransal dağılımını göstermektedir.

Çizelge 8.2. 1992-2022 yılları arası doğa kaynaklı afetlerin en fazla yaşandığı ilk 15 ülke

S. No	ÜLKE	MEYDANA GELEN DOĞA KAYNAKLI AFET SAYISI	
		n	%
1	Çin	460	16,79
2	Endonezya	389	14,20
3	Hindistan	276	10,07
4	ABD	255	9,31
5	Filipinler	189	6,90
6	Afganistan	144	5,26
7	İran	139	5,07
8	Kolombiya	134	4,89
9	Pakistan	132	4,82
10	Brezilya	129	4,71
11	Rusya	114	4,16
12	Peru	97	3,54
13	Vietnam	95	3,47
14	Meksika	94	3,43
15	Türkiye	93	3,39
TOPLAM		2740	100

8.2. Endüstriyel Tesis Kazaları

Endüstriyel tesis kazaları kıta, afet alt türü, afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısına göre analiz edildiğinde Asya, Avrupa ve Amerika Kıtası’nda toplamda 1019 afetin yaşandığı, 27 254 ölümün gerçekleştiği ve 2 177 824 kişinin etkilendiği tespit edilmiştir. Asya kıtasında 782 adet endüstriyel tesis kazası yaşanmış ve bu kazalarda %54,60 ile patlamalar, %4,22 ile gaz sızıntıları, %3,96 ile zehirlenme, 1,92 ile kimyasal dökülme, 0,38 ile radyasyon, 0,26 ile yağ sızıntılarının meydana geldiği görülürken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumlar %34,65 oranında gerçekleşmiştir. Radyasyon kazalarının her ne kadar %0,38 ile düşük bir oranda yaşandığı görülse de etkilenen kişi sayısına göre değerlendirme

yapıldığından Asya kıtası için %31,37 ile patlamalardan etkilenen kişi sayısı en fazla iken ikinci sırada %24,10 ile radyasyon kazalarının yer aldığı tespit edilmiştir.

Avrupa Kıtası için yapılan değerlendirmede 122 adet endüstriyel kazanın yaşandığı ve bu kazalarda %50 ile patlamaların, %13,93 ile kimyasal dökülmelerin, %4,92 ile zehirlenme ve gaz sızıntılarının, %0,82 ile yağ sızıntılarının ortaya çıktığı tespit edilirken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumların %25,41 ile açığa çıktığı görülmüştür. Etkilenen kişi yönünden değerlendirme yapıldığında ise, %65,71 ile kimyasal dökülme kaynaklı ve %26,75 ile de patlamalar nedeniyle insanların etkilenmesinde bu iki unsurun en çok etkili olduğu görülmüştür.

Amerika kıtası için yapılan analizde 115 adet endüstriyel tesis kazasının yaşandığı ve bu kazalarda %47,83 ile patlamaların, %13,91 ile kimyasal dökülmelerin, %6,96 ile gaz sızıntılarının, %5,22 ile zehirlenmelerin, %2,61 ile yağ sızıntılarının yaşandığı görülürken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumların 23,48 ile yaşandığı belirlenmiştir. Etkilenen kişi sayısı yönünden bir değerlendirme yapıldığında ise, %76,07 ile zehirlenmeler, %13,90 ile kimyasal dökülmeler ilk iki sırada yer almıştır.

1992-2022 yılları arasında gerçekleşen endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısına ilişkin detaylı bilgilerin yer aldığı tablo Çizelge 8.3' de gösterilmiştir. Çizelgede “n” meydana gelen afet sayısını, ölü sayısını, etkilenen kişi sayısını göstermekte iken “%” ise bu sayıların oransal dağılımını göstermektedir.

Çizelge 8.3. 1992-2022 yılları arası endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre istatistikleri.

KITA	AFET GRUBU	AFET TÜRÜ	AFET ALT TÜRÜ		AFET SAYISI		ÖLÜ SAYISI		ETKİLENEN KİŞİ SAYISI	
					n	%	n	%	n	%
ASYA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama		427	54,60	13402	57,83	426676	31,37
			Zehirlenme		31	3,96	852	3,68	29978	2,20
			Radyasyon		3	0,38	28	0,12	327729	24,10
			Gaz sızıntısı		33	4,22	278	1,20	161885	11,90
			Kimyasal Dökülme		15	1,92	27	0,12	9554	0,70
			Yağ sızıntısı		2	0,26	-	-	17000	1,25
			Diğer		271	34,65	8588	37,06	387245	28,47
			TOPLAM				782	100	23175	100
AVRUPA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama		61	50	1570	78,58	24498	26,75
			Zehirlenme		6	4,92	45	2,25	1289	1,41
			Radyasyon		-	-	-	-	-	-
			Gaz sızıntısı		6	4,92	23	1,15	413	0,45
			Kimyasal Dökülme		17	13,93	15	0,75	60181	65,71
			Yağ sızıntısı		1	0,82	-	-	-	-
			Diğer		31	25,41	345	17,27	5205	5,68
			TOPLAM				122	100	1998	100
AMERİKA	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama		55	47,83	1334	64,10	42260	5,82
			Zehirlenme		6	5,22	107	5,14	552432	76,07
			Radyasyon		-	-	-	-	-	-
			Gaz sızıntısı		8	6,96	23	1,11	13819	1,90
			Kimyasal Dökülme		16	13,91	9	0,43	100966	13,90
			Yağ sızıntısı		3	2,61	1	0,05	12137	1,67
			Diğer		27	23,48	607	29,17	4557	0,63
			TOPLAM				115	100	2081	100
GENEL TOPLAM					1019		27254		2177824	

Veri tabanından elde edilen verilere göre Türkiye için durumun ne boyutta olduğuna baktığımızda ise 1992-2022 yılları arasında Türkiye’de toplamda 20 adet endüstriyel tesis kazası meydana gelmiş olup bu kazalarda %70 ile patlamalar, %5 ile zehirlenmeler, %5 kimyasal dökülmeler görülürken, diğer (yıkılma, yangın, başka) gibi durumların %20 ile yaşandığı belirlenmiştir.

1992-2022 yılları arasında gerçekleşen endüstriyel tesis kazalarının kıtalara göre afet sayısı, ölü sayısı ve etkilenen kişi sayısına ilişkin detaylı bilgilerin yer aldığı tablo Çizelge 8.4’ de gösterilmiştir.

Çizelge 8.4. 1992-2022 yılları arası endüstriyel tesis kazalarının Türkiye istatistikleri.

KITA	AFET GRUBU	AFET TÜRÜ	AFET ALT TÜRÜ		AFET SAYISI		ÖLÜ SAYISI		ETKİLENEN KİŞİ SAYISI	
			n	%	n	%	n	%		
AVRUPA (TÜRKİYE)	TEKNOLOJİK	ENDÜSTRİYEL KAZALAR	Patlama	14	70	817	91,59	397	67,29	
			Zehirlenme	1	5	18	2,02	175	29,66	
			Radyasyon	-	-	-	-	-	-	
			Gaz sızıntısı	-	-	-	-	-	-	
			Kimyasal Dökülme	1	5	-	-	-	-	
			Yağ sızıntısı	-	-	-	6,39	-	3,05	
			Diğer	4	20	57	-	18	-	
			TOPLAM	20	100	892	100	590	100	

Endüstriyel kazalar ülke bazında ele alınarak yapılan analizde 1992-2022 yılları arasında kazaların en fazla görüldüğü ilk 15 ülkede toplamda 856 adet endüstriyel kaza yaşanmıştır. Bu kazalarda Çin %60,13 ile Hindistan %8,29 ile Rusya %4,67 ile ABD %4,09 ile Ukrayna %2,92 ile en fazla endüstriyel kazanın yaşandığı ilk 5 ülke içerisinde yer almıştır. 1992-2022 yılları arasında en fazla endüstriyel kazanın gerçekleştiği ilk 15 ülkenin yer aldığı tablo Çizelge 8.5’de gösterilmiştir. Çizelgede “n” meydana gelen endüstriyel kaynaklı afet sayısını ve “%” ise bu sayıların oransal dağılımını göstermektedir.

Çizelge 8.5. 1992-2022 yılları arası endüstriyel kazaların en fazla yaşandığı ilk 15 ülke

S. No	ÜLKE	MEYDANA GELEN ENDÜSTRİYEL KAYNAKLI AFET SAYISI	
		n	%
1	Çin	519	60,63
2	Hindistan	71	8,29
3	Rusya	40	4,67
4	ABD	35	4,09
5	Ukrayna	25	2,92
6	Pakistan	23	2,69
7	Endonezya	22	2,57
8	Meksika	21	2,45
9	Türkiye	20	2,34
10	Kolombiya	19	2,22
11	Bangladeş	18	2,10
12	Vietnam	13	1,52
13	Tayland	11	1,29
14	İran	10	1,17
15	Almanya	9	1,05
	TOPLAM	856	100

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasıyla hedeflenen, oluşabilecek her türlü doğa kaynaklı tehlike unsurlarına bağlı gelişme potansiyeli taşıyan KBRN risklerinin yönelik belirlemelerin tarihte kötü deneyimlenmiş kazalar üzerinden saptanmasıydı. Tüm bu kazalar incelendiğinde depremlerin hemen ardında ikincil bir afet olarak nitelendirebileceğimiz, sanayi tesisleri kazalarının geliştiği, bu tesislerde bulunan kimyasalların büyük risk oluşturduğu ve çeşitli kazalara neden olduğu görülmüştür. Aynı zamanda petrol rafinesi tesisleri bünyesinde yer alan petrol tanklarının depremlerden etkilenerek patlamalara ve yangınlara neden olduğu bununla birlikte ciddi çevresel riskleri de beraberinde getirerek çevre ve atmosfer üzerinde zehirli kimyasallar biriktiği görülmüştür.

Endüstriyel kazalar ile doğa kaynaklı afetlerin incelendiği bu tez çalışmasında Asya, Avrupa ve Amerika kıtasında en sık meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin seller olduğu, sonrasında ise deprem ve orman yangınlarının meydana gelme sayılarının en çok olduğu tespit edilmiştir. Endüstriyel kazalar için bakıldığında ise Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında en sık patlamaların yaşandığı ve genel olarak bunlarla birlikte yine kimyasal dökülme, zehirlenme, radyasyon, gaz sızıntısı gibi çevre ve insan sağlığı üzerinde son derece zararlı olabilecek durumların endüstriyel kazalarda gerçekleştiği görülmüştür. Ölü sayısı yönünden değerlendirildiğinde ise endüstriyel tesislerde yaşanan patlamalar kaynaklı ölümlerin her üç kıtada en yüksek oranda olduğu görülmüştür. Etkilenen kişi yönünden ise, Asya kıtasında patlamaların, Avrupa kıtasında kimyasal dökülmelerin, Amerika kıtasında zehirlenmelerin en yüksek oranda olduğu sonucuna ulaşılırken radyasyon kazalarının görülme oranı her ne kadar az olsa da etkilediği kişi oranının çok yüksek olması dikkat çekmektedir.

Çalışmada doğa kaynaklı afetlerin en çok yaşandığı ilk 15 ülke ile endüstriyel kazaların en çok yaşandığı ilk 15 ülke karşılaştırıldığında Çin, Rusya, Endonezya, ABD, İran, Kolombiya, Pakistan, Vietnam, Meksika ve Türkiye'nin yer aldığı 10 ülkenin hem doğa kaynaklı afetler bakımından hem de endüstriyel kazalar bakımından ilk 15 sıra içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bu duruma bağlı olarak doğa kaynaklı afetlerin endüstriyel tesisler üzerinde yaratabileceği hasarlar ve tarihte daha önce yaşanmış somut örnekler göz önünde bulundurulduğunda bu ülkelerde yer alan endüstriyel tesislerin doğal afetlerden etkilenme potansiyellerinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çok sık rastlanmamakla beraber depremler sonrasında ikincil bir afete neden olabilmesi yönünden insanlar ve çevre üzerinde büyük facialar yaratan nükleer santraller ise meydana geldiklerinde önemli seviyelerde radyasyon yayılımına ve radyoaktif madde birikimine neden olabildiği görülmüştür.

Doğa kaynaklı afetler sadece ikincil olarak ortaya çıkan diğer doğa kaynaklı afetleri tetiklememektedir. Aynı zamanda yaşanmış ve deneyimlenmiş kaza örnekleri incelendiğinde doğa kaynaklı afetlerden sonra KBRN tehditleriyle hızlı bir şekilde karşılaşılabilir. KBRN ile ilişkili kazalar incelendiğinde doğa kaynaklı afetlerin güçlü bir tetikleyici faktör olduğu ve ikincil KBRN afetlerinin ortaya çıkmasında küçümsenmeyecek derecede öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu yönüyle bakıldığında hem doğa kaynaklı risklere hem de KBRN risklerine yönelik önlem ve tedbirlerin alınması oldukça önemlidir.

Doğa kaynaklı afetlerden sonra ortaya çıkabilecek ikincil KBRN afetlerine yönelik öneriler;

- Doğa kaynaklı afetler, endüstriyel kazalar ve KBRN kazaları değerlendirilirken ayrı ayrı pencerelerden bakılarak değil bir bütün halinde ele alınarak değerlendirilmeli ve afet planları oluşturulurken ikincil afetlerde etraflıca hesaba katılmalıdır.
- Doğa kaynaklı afetlerin tetikleyebileceği tüm KBRN tehlikeleri o bölgenin sanayileşme, endüstrileşme veya tehlikeli madde barındırma durumuna göre değişen şart ve koşullar düşünülerek sürekli olarak analiz edilmelidir.
- Doğa kaynaklı afet riskleriyle karşı karşıya olan KBRN ajanı bulunduran endüstriyel tesisler için hem doğa kaynaklı riskleri hem de KBRN risklerini bütünleşik bir şekilde ele alan afet planları oluşturulmalıdır.
- Tehlikeli madde barındıran endüstriyel tesisler, nükleer santraller veya kimyasal madde bulunduran depolar kentlerden uzak noktalara ve acil bir durumda müdahalenin kolay olabileceği alanlara inşa edilmelidir.
- Fay hattı üzerine ve çevresinde deprem riski yüksek olan noktalara sanayi tesisleri, nükleer santraller veya KBRN riski taşıyan hiçbir tesisin yapımı işletimi gibi hususlara izin verilememeli, bu şekilde var olan tesislerinde yerlerinin daha güvenli alanlara taşınması sağlanmalıdır.

- KBRN riski taşıyan tesislerin ulusal ve uluslararası düzeyde haritalandırılması ve bu tesislerin doğal afetlerden etkilenme durumlarını ortaya koyan analizler yapılmalıdır.
- Endüstriyel tesislerde ve nükleer tesislerde doğa kaynaklı gelişen kazalara, teknik arızalar nedeniyle oluşan kazalara ve saldırı niteliği taşıyabilecek durumlara yönelik olarak farklı müdahale yöntemleri belirlenmelidir.
- Erken uyarı sistemlerinin sayısı artırılmalı halkın ikaz ve alarm işaretlerini öğrenmesi sağlanmalıdır. Erken uyarı sistemleri ile endüstriyel tesislerin doğa kaynaklı olaylardan etkilenmesinin önüne geçecek sistemler geliştirilmelidir.
- Tehlikeli madde barındıran endüstriyel tesislerde, KBRN tehditleri ile afet ve acil durumlar konusunda uzman personeller bulundurulmalı, herhangi bir acil duruma karşı hızlı, etkin ve zamanında yanıt verebilmek için gerçek boyutlarda tatbikatlar her yıl düzenli olarak yapılmalıdır.
- Tatbikatlarda KBRN riskleriyle karşı karşıya kalma potansiyeli olan her personel veya tesis çevresinde KBRN risklerinden etkilenme durumu bulunan halkın tatbikatlara katılımı sağlanmalıdır.
- Sığınakların amacına uygun olarak kullanımı sağlanmalı, özellikle nükleer santral bulunan yerlerde herhangi bir kaza durumunda etki alanına girerek tahribat yaratabilecek noktalarda uygun zırhlama yöntemleriyle sığınıklar oluşturulmalıdır.
- KBRN kazalarında hangi kurum veya kuruluşların görev alacağı, kimin ne görevi üstleneceği afet planlarında net bir şekilde belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Güler, Ü. A. (2018). Sürdürülebilir afet yönetiminde atık yönetimi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 236-246.
2. Önsüz, M., ve Atalay, B. (2015). Afet lojistiği. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 37(3), 1-6.
3. Özler, M. (2019). Kamu Yönetimi Paradigmasında Afet Riski Yönetiminden Yönetişimine. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 139-150.
4. Kaynak, C. (2020), Örnek Bir Hastane Afet Ekibinin doğal Afetler Sonrasında Ortaya Çıkabilecek KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) Tehlikeler İle İlgili Bilgi Düzeylerinin Ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
5. Gülsün, D. (2019). KBRN Olaylarına Karşı Kurumların Bilgi, Eğitim Ve Tatbikat İhtiyaçlarını Belirleme Çalışması: Gümüşhane ve Trabzon İlleri Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane.
6. Adaş, G., Turgut, N., ve Akçakaya, A. (2012). Büyük afetlerde sağlık hizmetlerinin planlanması organizasyonu ve triaj. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 28(2), 124-134.
7. Taştan, B., ve Aydınoglu, A. Ç. (2014). Afet Yönetiminde Çoklu Tehlike Ve Risk Kavramı. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, 99-106.
8. Taştan, B. (2015). Çoklu afet risk yönetiminde tehlike ve zarar görülebilirlik belirlenmesi için gereksinim analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (31), 366-397.
9. Çelik, İ. H., Usta, G., Yılmaz, G., ve Yakupoğlu, M. (2020). Türkiye’de Yaşanan Teknolojik Afetler (2000-2020) Üzerine Bir Değerlendirme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 49-57.
10. Özler, M. Afet Olgusuna Hukuksal-Kurumsal Yaklaşım. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (27), 12-25.
11. Varol, N., ve Gültekin, T. (2016). Afet antropolojisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(59).
12. İlerisoy, Z., Gökşen, F., Soyluk, A., ve Takva, Y. (2022). Deprem kaynaklı ikincil afetler ve Türkiye örnekleme. *Online journal of Art and Design (OJAD)*, 10(2).
13. Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme. *Sosyal Çalışma Dergisi*, 2(1), 1-15.

14. Bayraktar, H., ve Sahtiyancı, E. (2020). 17-18 Temmuz 2019 Akçakoca ve Cumayeri (Düzce) Sel Afeti Sonuçları ve Müdahale Çalışmaları. *Dirençlilik Dergisi*, 4 (2), 239-255.
15. Akalın, M. (2013). Küresel Isınma ve İklim değişikliği Nedeniyle Oluşan Doğal Felaketlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 29-43.
16. Kadioğlu, Y., Bağcı, H. R., ve Yılmaz, C. (2017). Doğu Karadeniz Kıyı Kuşağındaki Doğal Afetlere Bir Örnek: 21 Eylül 2016 Tarihli Beşikdüzü Seli ve Heyelanları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (36), 232-242.
17. Öztürk, S., ve Uzuntaş, Ö. (2019). Türkiye'deki Sel ve Taşkın Yönetmelikleri Üzerine Bir Değerlendirme: Farklı Ülkeler ile Yükleme ve Yasal Boşluk Analizi. *The Journal of International Scientific Researches*, 4 (2), 146-161.
18. İnternet: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. URL: <https://www.afad.gov.tr>, Son Erişim Tarihi: 15.12.2021
19. Öztürk, K. (2002). Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2).
20. Kızıloğlu, F. M., Okuroğlu, M., ve Örüng, İ. (2006). Kırsal yerleşimler ve doğal afetler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006(2).
21. Avşin, N., ve Çakı, D. T. (2021). Çatak-Bahcesaray (Van) Karayolu Üzerindeki Çığa Duyarlı Alanların Belirlenmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (7), 30-47.
22. Coşkun, M., ve Aksoy, B. (19). 19 Haziran 2004 Çubuk-Sünlü (Ankara) Hortum Olayı. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12(17), 203-222.
23. Uluslararası Kızıllaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu. (2020), 2020 Dünya Afet Raporu, Cenevre.
24. Gökçekuş, H., Barlas, C., Almuhsen, M., ve Eyni, N. (2018). Doğal ve insan kaynaklı afetler, sonuçları ve afet yönetimi.
25. Karabulut, S., ve Öcalır-Akünel, E.V. (2015). Karayolu İle Tehlikeli Madde Taşımacılığı İçin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çevresel Risk Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(3).
26. Özat, Y. (2018). Tehlikeli Madde Taşımacılığında Alınacak Önlemler, Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
27. Tunçel, A. L. (2020). Dökme Yük ve Genel Kargo Gemi Kazalarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay
28. Kodak, G., ve Acarer, T. (2021). İstanbul Boğazı'nda deniz trafik düzenlemelerinin kaza oranına etkisinin değerlendirilmesi. *Aquatic Research*, 4(2), 181-207.

29. Ece, N. J. (2011). İstanbul Bogazı'nda Meydana Gelen Deniz Kazalarının İncelenmesi ve Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 3(2), 37-59.
30. Öztürk, T., ve Öztürk, Z. (2005). Modern Demiryollarında Doğal Afetlere Karşı Önlemler. Kocaeli Deprem Sempozyumu, 751-757.
31. Demir, F., ve Saltan, M. (2017). Deprem Etkisi Altında Demiryolu Üstyapısı Davranışının İncelenmesi. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 5(3), 615-620.
32. Uslu, S., ve Dönmez, K. (2016). Geçmişten Günümüze Havacılık Kazalarının Sebeplerindeki Değişimler Üzerine Bir İnceleme. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(9), 222-239.
33. Ergin, B. (2020). Havayolları İşletmelerinde Tehlikeli Madde Kargolarının Yarattığı Sorunlar Ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
34. Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö., ve Kaya, S. (2015). Geçmişten Günümüze Büyük Maden Kazaları. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 54(2), 33-43.
35. Özden, B. (2017). Ulusal Ölçekli Felaketlerin Basında Yansıma Biçimleri: Güney Kore Gemi Kazası ve Türkiye Soma Maden Kazası, Yüksek Lisans Tezi, Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
36. Güneş, Y., ve Çetinyokuş, S. (2020). Türkiye'de Endüstriyel Kazalara Yönelik Arazi Kullanım Planlaması (AKUP) Problemi. *Journal of Humanities and Tourism Research*, 10(2), 226-248.
37. Koşar, L., ve İlhan, M. N. (2002). Büyük Endüstriyel Kazalar. *TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 3(11), 10-12.
38. Demiralp, N., Demiralp, K., Ütük A., ve Ütük, Ö. F. (2020). Kimyasal, Biyolojik, Radyasyon Ve Nükleer (KBRN) Olaylarda Psikososyal Bakım. *Afet Ve Risk Dergisi*, 3(1), 80-88.
39. Yıldırım, T. (2019). KBRN Ekiplerinin Olay Müdahale Yöntemlerinin İncelenmesi: Adana AFAD Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.
40. Huyar, D. A., ve Esin, M. N. (2021). Hemşirelik Öğrencileri İçin Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer Tehlikeler Bilgi, Tutum ve Öz Yeterlilik Ölçeklerinin Geliştirilmesi. *Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 20-30.

41. Dönmez, A. M. (2019). Acil Tıp Çalışanlarının (KBRN) Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer Kazalara Karşı İlgi, Bilgi Ve Tutum Durumu Araştırması, Doktora Tezi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
42. Oğur, E. (2020). KBRN Tehdit Ortamında Adli Görev Etkinliğinin Değerlendirilmesi: Türkiye -ABD Karşılaştırması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
43. Öztürk, İ. (2019). Afet Tıbbı Açısından KBRN Müdahale Sistemi: Suriye'deki Kimyasal Silah Yaralılarının Yönetimi Örneği, Doktora Tezi, Bezmialem Vakıf Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
44. Şahin, F. (2020). KBRN Olaylarında Müdahil Bazı Kurum Personellerinin Konu Hakkındaki Bilgi Beceri Deneyim ve Görüşlerinin Derinlemesine Mülakat Tekniği İle Ölçülmesi: Gümüşhane Ve Erzurum İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane.
45. Öner, U. (2020). Birinci Basamak Sağlık Hizmeti Veren Aile Hekimleri İle 112 Acil ve İlk Yardım Sağlık Çalışanlarının KBRN Hakkında Bilgi Düzeyi, Tıpta Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kayseri Şehir Hastanesi Acil Tıp Kliniği, Kayseri.
46. Sezigen, S. (2020). Sağlık Alanında Yükseköğrenim Gören Öğrencilere Yönelik Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik Ve Nükleer (KBRN) Eğitim Programının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
47. Kızılkaya, M. (2020). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Acil Yardım Ve Afet Yönetimi Bölümü Öğrencilerinin KBRN Olaylarına Karşı Hazırlık Algıları Ve Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
48. Yücel, H. (2019). KBRN Olaylarında İlk Müdahalede Görev Alan Bazı Ekiplerin Olay Yerindeki Tehlikelere Karşı Risk Algısı ve Hazırlık Tutumları Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi: Adana İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gümüşhane.
49. Yağmuroğlu, O. (2018). Kimyasal Savunma ve Güvenlik, T.C. Anadolu Üniversitesi KBRN Savunma ve Güvenlik Kitabı, Bölüm 1, Eskişehir.
50. Erkekoğlu, P. ve Koçer-Gümüşel, B. (2018). Kimyasal savaş ajanları: tarihçeleri, etkileri, saptanmaları ve hazırlıklı olma. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, 38 (1), 24-38.
51. Sezigen, S., ve Karayılıanoğlu, T. (2006). Kimyasal savaş ajanlarının solunum sistemine etkileri ve tedavi yaklaşımları. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63(1), 129-134.
52. Kalkan, F., Aykutluğ, Ö., ve Topal, T. (2017). Mustard grubu kimyasal savaş ajanları ve klinik etkileri. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 4 (4), 322-331.

53. Buluş, A. (2020). AB Ülkeleri İle ABD'deki Toplu Korunma Sistemlerinin İncelenmesi ve Türkiye'de Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Milli Savunma Üniversitesi Alparlan Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
54. Kırçiçek, A., Arslantaş, D., İncedere, O., Öztaş, D., ve Ateş, A. (2020). Biyolojik Tehditler, Yeni Koronavirüs Hastalığı ve KBRN İçindeki Yeri. 3. Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Kongresi.
55. Tercan, B. (2020). Biyolojik afetler ve COVID-19. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 1(1), 41-50.
56. Arslan, A. G. (2017). Türkiye'de Biyolojik ve Kimyasal Silahlara Karşı Alınan Önlemler ve Yaklaşım Algoritması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
57. Kılıç, S. (2006). Biyolojik Silah Olarak Bakteriler:“Kategori A ajanlar”. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63(1), 21-46.
58. Ayan, A., ve Dönmez, S. (2018). Radyolojik Nükleer Kaza ve Terör Olaylarında Tıbbi Yönetim. *Ankara Eğt. Arş. Hast. Dergisi*, 51(2), 154-162.
59. Dilbilmez, S. G. (2019). KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyasyon, Nükleer) Tehditlerine Karşı Koruyucu Malzemelerin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
60. Kırçiçek, A., Arslantaş, D., İncedere, O., Öztaş, D., ve Ateş, A. (2020). Bireylere ve Topluma KBRN Farkındalık Eğitimi, 3. Uluslararası Mühendislik Ve Teknoloji Yönetimi Kongresi.
61. Doğruluk, M., Doğan, A., Kalkan, N., ve Korkmaz, M. (2018). Nükleer tehlikeler ve afet yönetimi: Türkiye’de durum değerlendirmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2), 137-153.
62. Yıldırım, F., ve Yücel Işıldar, A. G., (2018). Nükleer Güç Santrallerine Çevre Etiği ve Ekolojik Açından Yaklaşım. *Eğitim Bilimlerinde Akademik Araştırmalar*, Ankara: Gece Kitaplığı, 99-124.
63. T.C Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Ülkemizdeki KBRN Olaylarından Örnek Vakalar ve Müdahale Yöntemleri, Ankara.
64. Girgin, S., ve Yetiş, Ü. (2007). Seçilmiş uluslararası veri tabanlarında Türkiye’de yaşanmış endüstriyel kazalar. *Türkiye Kazalar ve Çevre*, 1.
65. Özcan, H. Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılmasına Yönelik Ulusal Uygulamalar.
66. Sevda, Ö. (2020). Afetlerden Sonra Kirlilik ve İkincil Kirliliği Afet Olarak Değerlendirmek İçin Bir Tartışma. *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi*, 1(1), 39-48.

67. Günalp, B. (2017). Dünyada ve Ülkemizde nükleer ve radyolojik kazaların tarihçesi. *Nucl Med Semin*, 3, 184-188.
68. Deniz, V., ve Küçük, S. (2005). Afetler ve Endüstriyel Kazalar. *Deprem Sempozyumu, Kocaeli*.
69. Elektrik Mühendisleri Odası. (2013). *Nükleer enerji raporu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası. Ankara.
70. Vatansever, Ö., Kırtaş, H. A., ve Barışık, T. (2021). Bleve Temelli Kaza Etkilerinin Değerlendirilmesi, *Dirençlilik Dergisi*, 5 (2), 143-157.
71. Kuzu, A. C. (2020) Bir Gaz Tankerinin Patlama Senaryosu İçin Bleve Etki Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 1-16.
72. Cebeci, H. İ., ve Odabaş, D. (2019). Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik Ve Nükleer Afetleri Yönetmek İçin Bir Karar Destek Sistemi Modeli Önerisi. *Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 41-50.
73. Öncü, I. (2013). İkincil Afetler. TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu, 737-745.
74. Kurt, P., and Küçük Kent, N. (2021). A research on the relationship between environmental health and disaster: the sample of Gümüşhane University. *Acta Biologica Turcica*, 34(1), 9-21.
75. Cruz, A. M., ve Okada, N. (2008). Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities. *Natural hazards*, 44(2), 213-227.
76. Korkanç, S. Y., ve Korkanç, M. (2006). Sel Ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9), 42-50.
77. Kusakabe, M., Ohba, T., Issa, Yoshida, Y., Satake, H., Ohizumi, T., Evans, W. C., Tanyileke, G. ve Kling, G. W. (2008). Evolution of CO₂ in Lakes Monoun ve Nyos, Cameroon, before and during controlled degassing. *Geochemical Journal*, 42(1), 93-118.
78. Korkmaz, K. A., Sarı, A., ve Carhoglu, A. I. (2011). Seismic risk assessment of storage tanks in Turkish industrial facilities. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(4), 314-320.
79. Çakmakoğlu, M. T. (2007). Depremlerin Çevre Sorunları ve Bir Senaryo Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
80. Girgin, S. (2011). The natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(4), 1129-1140.

81. Okutan, A. E., ve Çavuş, G. Deprem Sonrası Ortaya Çıkabilecek Orman Yangınları; Peyzaj Mimarlığı Alanında Alınabilecek Pasif Önlemler. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 8(1), 19-33.
82. Akalın, M. (2013). Küresel Isınma ve İklim değişikliği Nedeniyle Oluşan Doğal Felaketlerin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6 (2), 29-43.
83. Ali, E. (2016). Afetlerden Sonra Ortaya Çıkabilecek Çevresel Risklerin Yönetimi. *Hastane Öncesi Dergisi*, 1(2), 15-25.
84. Bayram, Y., Parlak, M., Çıkman, A., ve Aypak, C. (2014). Van Depreminin Su Kaynaklı Bazı Bulaşıcı Hastalıklar Üzerine Etkisi. *Dicle Tıp Dergisi*, 41(2), 313-318.
85. Brown, L., ve Murray, V. (2013). Examining the relationship between infectious diseases and flooding in Europe: A systematic literature review and summary of possible public health interventions. *Disaster Health*, 1(2), 117-127.
86. Kunii, O., Nakamura, S., Abdur, R., ve Wakai, S. (2002). The impact on health and risk factors of the diarrhoea epidemics in the 1998 Bangladesh floods. *Public health*, 116(2), 68-74.
87. Demirbaş, M., ve Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği. *Ecological Life Sciences*, 15(4), 163-179.
88. Dinçer, S., ve Özyer, Y. (2020). Dünyayı Tehdit Eden Kuraklık Tehlikesi ve Su Krizinin Sağlık Üzerine Etkisi: Cape Town Örneği. *Ibad Sosyal Bilimler Dergisi*, (7), 144-153.
89. Kımıklı, S., & Cesur, S. (2020). Afetlerde Korona Kontrol Önlemleri. *Uluslararası Modern Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1 (1), 15-23.
90. Chen, K. T., Chen, W. J., Malilay, J., ve Twu, S. J. (2016). The public health response to the Chi-Chi earthquake in Taiwan, 1999. *Public health reports*, 493-499.
91. Akbari, M. E., Farshad, A. A., ve Asadi-Lari, M. (2004). The devastation of Bam: an overview of health issues 1 month after the earthquake. *Public health*, 118(6), 403-408.
92. Sencan, I., Sahin, I., Kaya, D., Oksuz, S., ve Yildirim, M. (2004). Assessment of HAV and HEV seroprevalence in children living in post-earthquake camps from Düzce, Turkey. *European journal of epidemiology*, 19(5), 461-465.
93. Sugunan, A. P., Roy, S., Murhekar, M. V., Naik, T. N., ve Sehgal, S. C. (2007). Outbreak of rotaviral diarrhoea in a relief camp for tsunami victims at Car Nicobar Island, India. *Journal of public health*, 29(4), 449-450.
94. Hodaloğulları Vatansever, Z. (2017). Nükleer Santrallerin Enerji Güvenliğine Etkisi. *Journal Of International Social Research*, 10(52).

95. Şeşen, Y., ve Gündüz, O. Nükleer Kazaların Bilgi Merkezlerine Olumsuz Etki Olasılığı: Japonya Deneyimi, 296-311.
96. Duman, V. (2011). Fukuşima Nükleer Santral Kazası, TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Ankara.
97. Düzen, B. (2021). KBRN Kapsamında Acil Durumlar İçin Drone İle Radyasyon Tespit ve Ölçüm Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
98. Atakan, Y., ve Taner, A. C. (2021). Onuncu Yılında Fukushima Daiichi Nükleer Santral Kazası, TMMOB Fizik Mühendisleri Odası, Ankara.
99. Dökmeci, A. H., ve Akduman, Ö. (2022). Doğal Olayların Tetiklediği KBRN-p Tehlikesi ve Riski: Türkiye Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 165-177.
100. İnternet: Uluslararası Afet Veri Tabanı. URL: <https://www.emdat.be>, Son Erişim Tarihi:31.08.2022



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

