



RESILIENCE
e-ISSN: 2602-4667

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Resilience

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/resilience>


Felaket Kurbanlarının Kimliklendirme Süreçlerine Yönelik Güvenlik Risklerinin Belirlenmesi: KBRN Tehdidi Altındaki Afet Sahalarına Yönelik Bir Uygulama

Identification of Security Risks in the Process of Disaster Victim Identification: A Case Study in CBRN-Affected Disaster Sites

Tuba TÜRK ÇINAR^{1,*}, Burçak ÇABUK², Deren ÇEKER³

ORCID 0000-0003-4297-7496

ORCID 0000-0002-7816-0229

ORCID 0000-0002-0262-260X

¹Milli Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri Enstitüsü, KBRN-P Savunma Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

²Milli Savunma Bakanlığı, KBRN Savunma Daire Başkanı; Milli Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri ve Milli Güvenlik Enstitüsü KBRN Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

³Ankara Üniversitesi Adli Bilimler Enstitüsü, Adli Antropoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Öne Çıkanlar / Highlights

- | | |
|---|--|
| ▪ KBRN tehditli afet sahalarında DVI süreçlerine yönelik güvenlik riskleri tanımlandı | ▪ Security risks in DVI processes at CBRN-threatened disaster sites were identified |
| ▪ Kimliklendirme ekipleri için KBRN kaynaklı operasyonel maruziyet riskleri değerlendirildi | ▪ CBRN-related operational exposure risks for identification teams were assessed |
| ▪ KBRN sahalarında görev yapan personel için savunma temelli risk azaltma yaklaşımı sunuldu | ▪ A defense-oriented risk mitigation approach for personnel in CBRN sites is presented |



Makale Bilgisi / Article Info

Gönderim / Received:

15/10/2024

Kabul / Accepted:

25/10/2025

Online Erişim /

Available online:

06/02/2026

Anahtar Kelimeler

KBRN Tehditleri,

Afet Sahası,

Risk Değerlendirmesi,

Felaket Kurbanlarının

Kimliklendirilmesi

Gorelik Önlemleri

Özet

Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditlerin bulunduğu afet sahaları, geleneksel olay yerlerinden farklı olarak özgün güvenlik riskleri barındıran, çoklu tehdit ortamlarında felaket kurbanlarının kimliklendirme süreçlerinde ortaya çıkabilecek iş sağlığı ve güvenliği risklerini sistematik olarak değerlendirmektedir. Risk değerlendirmesi kapsamında 76 risk faktörü belirlenmiş, her biri için tehlikeli durum, potansiyel zarar, etkilenebilecek kişiler ve kontrol tedbirleri tablolar halinde sunulmuştur. Bulgular, kimliklendirme ekiplerinin KBRN ajanlarına maruziyet riski taşıdığını ve önceden planlanmış, ajana özgü önlemler alınmasının önemini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, afet sahası güvenliğinin uzman ekiplerce sağlanması ve çalışan sağlığını korumaya yönelik proaktif risk yönetimi uygulanması gerekmektedir.

Keywords

*CBRN Threats,
Disaster Sites,
Risk Assessment,
Disaster Victim
Identification,
Safety Precautions,*

Abstract

Disaster sites involving chemical, biological, radiological, and nuclear (CBRN) threats are complex environments that, unlike conventional incident scenes, encompass multiple threat elements and present unique security risks. The aim of this study is to systematically evaluate the occupational health and safety risks that may arise during the identification processes of disaster victims in CBRN-contaminated environments. Within the scope of the risk assessment, 76 risk factors were identified, and for each factor the hazardous situation, potential harm, exposed populations, and control measures are presented in tabular format. The findings indicate that identification teams face a risk of exposure to CBRN agents and underscore the importance of pre-planned, agent-specific protective measures. Accordingly, ensuring site security by specialized teams and implementing proactive risk management to safeguard workers' health are imperative.

1. GİRİŞ / INTRODUCTION

Afet, can ve mal kayıplarına neden olan, bir toplumun kendi kaynaklarını kullanarak başa çıkma kapasitesini aşan, işleyişinin ciddi şekilde bozulmasına sebebiyet veren yıkıcı bir olaydır. Afetler, ölüm ve yaralanmalara sebebiyet verdiği gibi etkilenen bölgenin zihinsel, sosyoekonomik, politik ve kültürel durumunu da etkiler (Srivastava, 2010). Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na (AFAD) göre afetler; doğal afetler ve insan kaynaklı afetler olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal afetler, deprem, sel, çığ, hortum gibi doğa kaynaklı olayları; insan kaynaklı afetler ise KBRN kazaları, terör saldırıları ve teknolojik kazalar gibi olayları kapsar (AFAD, 2023).

KBRN (Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer) tehditler; toksik, bulaşıcı, radyoaktif veya patlayıcı etkiler taşıyan ajanların kasıtlı ya da kazara çevreye salınmasıyla ortaya çıkar. Bu ajanlar doğrudan insan sağlığına ve çevreye zarar verebilir, kısa vadede ölüm ve yaralanmalara, uzun vadede ise kalıcı sağlık sorunlarına ve ekolojik bozulmalara yol açabilir (CDC, 2018; IAEA, 2019). KBRN ajanları dört başlık altında incelenir:

2. KBRN TEHDİTLERİNİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ VE AFET SAHALARINA ETKİLERİ / CONCEPTUAL FRAMEWORK OF CBRN THREATS AND THEIR IMPACTS ON DISASTER SITES

2.1. Kimyasal Ajanlar

KBRN tehdit spektrumunda en hızlı ve yaygın etki gösteren ajanlar kimyasal maddelerdir. Gaz, sıvı veya aerosol formunda bulunan bu toksik maddeler, maruziyet durumunda hızlı ya da gecikmeli etkiler oluşturabilir. Sinir gazları (ör. Sarin, VX), boğucu gazlar (ör. Fosgen), cilt yakıcılar (ör. Hardal gazı) ve kan ajanları (ör. Hidrosiyamik asit) bu grupta yer alır. Genellikle inhalasyon, deri teması veya kontamine gıda-su yoluyla vücuda alınırlar. Etkileri ani olabilir ve müdahale geciktiğinde ölümcül sonuçlara yol açabilir (CDC, 2022). Bu ajanlara sadece eğitilmiş personel tarafından ve KBRN dekontaminasyon protokollerine uygun şekilde müdahale edilmelidir. Tüm güvenlik tedbirleri ve standart çalışma prosedürleri önceliklendirilmelidir (Ojovan, 2014).

Kimyasal tehditler arasında toksik salınım, gaz emisyonları, sabotaj, tehlikeli atık yönetimindeki ihmaller, kimyasal terörizm ve savaş ajanları yer alır (Sharma, 2010). Tarihsel olarak, kimyasal ajanların kullanımı I. Dünya Savaşı'nda zehirli gazların yaygın olarak uygulanmasıyla başlamıştır. II. Dünya Savaşı'nda kimyasal silahların üretimi ve depolanmasına ilişkin iddialar gündeme gelmiştir. 1963–1967 Yemen iç savaşı ve 1955'te başlayan Vietnam Savaşı'nda da kimyasal ajanların kullanıldığı bildirilmiştir. Tokyo Metro Sarin gazı saldırısı (1995) ise sivil halk üzerinde gerçekleştirilen en dikkat çekici kimyasal terörizm örneğidir.

Soğuk Savaş sonrası dönemde, kimyasal silahların yaygınlaşmasını önlemek amacıyla iki önemli uluslararası antlaşma imzalanmıştır: Biyolojik Silahlar Sözleşmesi (1972) ve Kimyasal Silahlar Sözleşmesi (KSS, 1993). Türkiye, KSS'ye 1997 yılında taraf olmuştur. KSS'nin yürürlüğe girmesiyle, Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (KSYÖ) kurulmuş ve 1997'den itibaren denetim, doğrulama ve eğitim faaliyetlerine başlamıştır. 21. yüzyılda, KSYÖ özellikle sivil altyapıların korunması, uluslararası denetim mekanizmalarının geliştirilmesi ve kimyasal terörizmle mücadelede öncü bir rol üstlenmektedir (Çabuk & Tün, 2018).

2.2. Biyolojik Ajanlar

Biyolojik ajanlar; bakteri, virüs, mantar veya bunlara ait toksinlerden oluşan, canlı ya da biyolojik kökenli ve çoğu durumda bulaşıcı özellikteki maddelerdir. Bu ajanlar doğrudan hastalık yapıcı etki gösterir ya da konak canlıının bağışıklık sistemini hedef alarak ölümcül sonuçlara yol açabilir. Bulaş yolları genellikle solunum, sindirim ya da deri temasıdır. Özellikle yayılma potansiyeli yüksek olan biyolojik ajanlar, ikincil bulaş riski nedeniyle sağlık çalışanları ve kurtarma ekipleri için ciddi tehdit oluşturur. CDC tarafından yapılan sınıflandırmaya göre biyolojik ajanlar; ölümcüllük, yayılabilirlik ve halk sağlığı üzerindeki etkilerine göre üç kategoriye ayrılmaktadır. Kategori A (ör. *Bacillus anthracis*, *Variola virus*) en yüksek önceliğe sahipken, Kategori B (ör. *Brucella spp.*, *Coxiella burnetii*) ve Kategori C (ör. Nipah virüsü, Hantavirüs) göreceli olarak daha az yayılma potansiyeline sahiptir (CDC, 2022).

Tarihsel olarak biyolojik ajanların savaş ve terör amaçlı kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir. Örneğin 14. yüzyılda, Kırım'daki Ceneviz kalelerine veba taşıyan cesetlerin mancınıkla fırlatılması, biyolojik silah kullanımının en erken örneklerindendir. II. Dünya Savaşı sırasında Japonya'nın 731. Birimi, Çin'de sivil halka yönelik şarbon ve veba yayılımı gibi biyolojik saldırılar düzenlemiştir. 2001 yılında ABD'de yaşanan ve postayla gönderilen şarbon sporlarıyla gerçekleştirilen biyoterör saldırısı, modern dönemdeki en dikkat çekici olaylardandır. Bu tür olaylar, biyolojik ajanların hem yayılabilirliği hem de iz sürülmesinin zorluğu nedeniyle yüksek düzeyde tehdit oluşturduğunu göstermiştir (CDC, 2018).

Bu tehditlerin önlenmesine yönelik olarak 1972 Biyolojik Silahlar Sözleşmesi (BWC) kabul edilmiş, 182 ülke tarafından imzalanmıştır. Türkiye, 1974 yılında sözleşmeye taraf olmuştur. Bu sözleşme, biyolojik silahların geliştirilmesi, üretimi ve stoklanmasını yasaklamakta ve taraf ülkeleri denetim yükümlülükleri altına sokmaktadır. Buna ek olarak, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Silahsızlanma Ofisi (UNODA), biyolojik risklerin yönetimi, laboratuvar güvenliği ve halk sağlığı önlemleri konularında teknik kılavuzlar yayımlamaktadır.

2.3. Radyolojik Ajanlar

Radyolojik ajanlar; iyonlaştırıcı radyasyon yayan, genellikle nükleer fisyon ürünleri veya endüstriyel/tıbbi izotoplar içeren maddelerdir. Bu ajanlar kazayla veya kasıtlı olarak çevreye yayıldığında, insan sağlığı üzerinde kısa ve uzun vadeli ciddi etkiler yaratabilir. Kirli bomba (radiological dispersal device, RDD) gibi senaryolarda fiziksel tahribat sınırlı olsa da, radyasyon paniği ve uzun süreli kontaminasyon riskleri büyüktür. Türkiye'de radyasyon güvenliği Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) ve Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) tarafından yürütülmektedir. RadİSA (Radyasyon İzleme ve Uyarı Sistemi Ağı) ile ülke genelindeki radyolojik düzeyler izlenmekte, olası sızıntılara karşı erken uyarı sağlanmaktadır (NDK, 2024; TENMAK, 2024). Ayrıca, Radyoaktif Atıkların Yönetimi Yönetmeliği ile radyoaktif kaynakların taşınması, depolanması ve imhası düzenlenmiştir. Afet sonrası radyolojik kalıntıların olay yerinde uzun süreli kontaminasyon riskine yol açabileceği unutulmamalı; saha çalışanları mutlaka radyasyon ölçüm cihazları, dozimetreler ve kurşunlu KKD donanımı ile çalışmalıdır (Ojovan & Lee, 2014).

2.4. Nükleer Ajanlar

Nükleer tehditler, hem kitlesel yıkım potansiyeli hem de uzun süreli çevresel ve psikolojik etkileri nedeniyle KBRN spektrumundaki en yıkıcı tehditlerden biridir. Bu tehditler, nükleer silahların kullanımı (ör. Hiroşima ve Nagasaki), nükleer reaktör kazaları (ör. Çernobil, Fukuşima) ve yasa dışı nükleer madde taşımacılığı gibi farklı senaryolarla ortaya çıkabilir. Nükleer ajanlar, fisyon veya füzyon tepkimeleri sonucu yüksek enerjili radyasyon ve ısı açığa çıkarır. Bu etki hem anlık (basınç dalgası, ısı, radyasyon) hem de uzun vadeli (radyasyon hastalığı, genetik mutasyonlar, çevresel kontaminasyon) olabilir (UNSCEAR, 2020; IAEA, 2022).

Nükleer silahların yaygınlaşmasını önlemeye yönelik olarak 1968 yılında imzalanan ve 1970 yılında yürürlüğe giren Nükleer Silahların Yaygınlaşmasının Önlenmesi Antlaşması (NPT), uluslararası güvenlik mimarisinde kritik bir yer tutmaktadır. NPT'ye göre, nükleer silaha sahip devletler dışında kalan ülkelerin bu silahları geliştirmesi yasaktır ve taraf devletler sivil nükleer teknolojiyi yalnızca barışçıl amaçlarla kullanmayı taahhüt eder. Türkiye bu antlaşmaya taraf olmuş ve Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) ile Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) denetimlerinde yer almıştır.

Ayrıca, IAEA'nın "Radyoaktif Kaynakların Güvenliği ve Emniyeti Rehberi", radyoaktif materyallerin fiziksel korunmasına, izlenmesine ve acil durumlara müdahale planlarının oluşturulmasına yönelik temel çerçeveyi belirlemektedir. Türkiye'de bu ilkeler, Radyoaktif Maddelerin Fiziksel Korunması Hakkında Yönetmelik ile yasal zemine oturtulmuştur (Resmî Gazete, 2023).

Felaket sahalarında, nükleer kontaminasyon riski yalnızca fiziksel sağlık tehditleriyle sınırlı değildir; sahada kalış süresi, radyasyon doz takibi, giriş-çıkış protokolleri, kontamine cesetlere müdahale, ekipman dekontaminasyonu ve operasyonel stres gibi birçok faktör, özellikle felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi sürecinde ciddi güvenlik ve sağlık riskleri yaratmaktadır. Bu nedenle, nükleer tehdit altındaki alanlarda görev yapacak ekiplerin dozimetre kullanımı, özel koruyucu giysiler, radyasyon sığınakları ve maruziyet limitleri konusunda önceden eğitilmiş olması hayati önem taşımaktadır.

Kitle imha silahlarının (KİS) yarattığı yıkıcı etkiler, yalnızca fiziksel hasarla sınırlı kalmayıp, toplumsal, psikolojik ve adli boyutlarda da derin izler bırakmaktadır. Özellikle kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditlerin neden olduğu felaket sahalarında yürütülen kimliklendirme faaliyetleri, geleneksel adli süreçlerden önemli ölçüde farklılaşmaktadır. Bu farklılıklar; sahadaki güvenlik riski, biyolojik tehlike, radyoaktif kalıntı riski, dekontaminasyon ihtiyacı, kişisel koruyucu donanım gerekliliği ve operasyonel kısıtlamalar gibi çok boyutlu zorluklardan kaynaklanmaktadır.

Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi (Disaster Victim Identification), uluslararası standartlarda tanımlanmış bir kimliklendirme protokolü olmakla birlikte, KBRN tehditleri altında uygulandığında sahaya özel adaptasyonlar gerektirir. INTERPOL (2020) tarafından yayımlanan Felaket Kurbanlarının Kimliklendirilmesi (DVI) kılavuzu, bu süreçte görev alan tüm birimler için evrensel bir çerçeve sunmakta olup; ön bilgi toplama, olay yeri inceleme, ölüm sonrası ve ölüm öncesi bilgi yönetimi, kimliklendirme ve raporlama olmak üzere beş temel aşamayı içermektedir. Ancak biyolojik bulaş riski, kimyasal kalıntıların etkisi veya radyoaktif serptintiler gibi unsurlar altında bu süreçler yalnızca teknik değil, aynı zamanda hayati bir güvenlik problemine dönüşmektedir.

Bu noktada, felaket sahasında görevli sağlık, adli tıp ve kolluk personelinin maruz kalabileceği risklerin yalnızca fizyolojik değil; psikolojik ve sosyal stres faktörleri açısından da değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2009) sağlığı yalnızca hastalık ve sakatlığın olmayışı değil; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda, KBRN tehdidi altındaki ortamlarda görev yapan personelin karşılaştığı tehditlerin yönetimi, yalnızca kişisel koruyucu donanım düzeyinde değil; etik, lojistik, organizasyonel ve psikososyal bileşenlerle birlikte ele alınmalıdır.

2004 yılında yaşanan Tayland Tsunamisi gibi kitlesel ölümlerin yaşandığı afetlerde DVI süreci büyük başarıyla uygulanmış; binlerce kimliklendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Ancak KBRN felaketlerinde, örneğin 1995 Tokyo metrosu sarin gazı saldırısı gibi olaylarda, olay yeri uzun süre kontamine kalmış ve müdahale süreci ciddi biçimde riskli hale gelmiştir (Geoghegan, 2006). Bu tür senaryolarda yalnızca müdahale zorluğu değil; aynı zamanda uzun vadeli etkiler de dikkate alınmalıdır.

Türkiye'de de bu alanda risk yönetimini düzenleyen yasal altyapılar mevcuttur. 29 Aralık 2012 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yönetmeliği (Resmî Gazete, 28512) her türlü tehlikenin belirlenmesini, etkilerinin analizini ve uygun kontrol önlemlerinin planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, KBRN sahalarında görev yapacak personelin yeterliliklerinin belirlenmesi, eğitimi ve maruziyetin önlenmesi için özel düzenlemelere ihtiyaç vardır.

Mevcut literatürde, KBRN tehditlerinin etkisiyle oluşan karmaşık afet ortamlarında çalışan personelin maruz kalabileceği risk faktörleri sınırlı sayıda çalışmayla ele alınmıştır. Oysa ki özellikle kimliklendirme işlemleri gibi uzun süreli, birebir temas içeren ve yüksek hassasiyet gerektiren faaliyetlerde, risk yönetimi temel bir zorunluluktur. Bu çalışma, adli tıp, iş sağlığı ve güvenliği (İSG),

afet yönetimi ve uluslararası hukuki çerçeveler bir arada değerlendirilerek KBRN sahalarında yürütülen kimliklendirme faaliyetlerine yönelik bütüncül bir risk değerlendirmesi modeli önermektedir.

Söz konusu model yalnızca teknik güvenliği değil; aynı zamanda etik, psikolojik ve lojistik boyutları da kapsamaktadır. Bu yönüyle sahada görev alan adli bilim uzmanlarına, kolluk kuvvetlerine ve sağlık personeline sistematik bir koruma ve değerlendirme kılavuzu sunmayı hedeflemektedir. Bu çalışma kapsamında KBRN tehdidi altındaki afet sahalarında yürütülen kimliklendirme süreçlerinde ortaya çıkabilecek güvenlik riskleri Tablo 1-7’de 76 başlık altında sistematik biçimde sınıflandırılmış, her bir risk faktörü için tehlikeli durum, potansiyel zarar, etkilenebilecek kişiler ve kontrol tedbirlerini içeren kapsamlı bir analiz sunulmuştur. Literatürde, KBRN bağlamında DVI süreçlerine odaklanan sınırlı sayıda çalışma bulunmakta olup; çoğu yayın konuyu yalnızca teknik müdahale veya sağlık güvenliği açısından ele almaktadır. Bu yönüyle sunulan çalışma, disiplinler arası yaklaşımıyla hem saha güvenliği hem de çalışan sağlığını bütüncül olarak değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

3. METOT / METHOD

Bu çalışma, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditlerin etkisi altındaki afet sahalarında yürütülen felaket kurbanı kimliklendirme faaliyetlerinde ortaya çıkabilecek güvenlik risklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma kapsamında, nitel içerik analizi ile iş sağlığı ve güvenliği (İSG) temelli risk değerlendirmesi yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu çok disiplinli yaklaşım sayesinde hem literatürdeki bilgi birikimi hem de uygulama deneyimleri dikkate alınarak kapsamlı bir analiz modeli oluşturulmuştur.

3.1. Veri Toplama Süreci ve Kaynaklar

Veri toplama süreci, iki temel bileşene dayanmıştır:

- (i) Literatür taraması,
- (ii) Saha belgelerinin analizi.

İlk olarak, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Health and Safety Executive (HSE), INTERPOL DVI Kılavuzu ve Türkiye Cumhuriyeti Resmî Gazete’de yayımlanan yönetmelikler gibi ulusal ve uluslararası resmi dokümanlar taranmıştır. Bu belgeler, çalışmanın hukuki ve operasyonel çerçevesinin belirlenmesinde temel alınmıştır.

İkinci aşamada ise adli tıp, adli antropoloji, iş sağlığı güvenliği ve afet yönetimi literatürüne ait bilimsel yayınlar detaylı biçimde incelenmiştir (örn. Gök et al., 2013; Loibner et al., 2021; Çeker et al., 2020; Yağmur et al., 2003). Söz konusu literatür, KBRN tehdit ortamlarında görev yapan personelin maruz kalabileceği risk örüntülerinin belirlenmesi ve önleyici stratejilerin yapılandırılması amacıyla değerlendirilmiştir.

Ayrıca, mezar açma tutanakları, adli raporlar ve Türkiye İnsan Hakları Vakfı (TİHV) gibi kurumların yayımladığı saha belgeleri, Türkiye’de uygulanan defin ve otopsi süreçlerinin uygulama farklılıklarını analiz etmek amacıyla kullanılmıştır. Kişisel koruyucu donanım, mesleki enfeksiyonlar, elle taşıma işleri ve iş güvenliği risk değerlendirme yöntemlerine ilişkin yasal düzenlemeler de kontrol tedbirlerinin sahaya uygun biçimde modellenmesi için dahil edilmiştir (ör. Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği; Risk Değerlendirme Yönetmeliği, 2012).

3.2. Risk Değerlendirme Yaklaşımı

Çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği (Resmî Gazete, 28512, 2012) esas alınarak, üç aşamalı bir risk değerlendirme modeli benimsenmiştir:

- (1) Tehlike Tanımlama,
- (2) Risk Analizi,
- (3) Kontrol Önlemleri Geliştirme.

3.2.1. Tehlike tanımlama

KBRN ortamında çalışanların karşı karşıya kalabileceği başlıca tehlikeler şu başlıklar altında sınıflandırılmıştır:

- **Fiziksel Tehlikeler:** Kesici-delici aletler, kontamine yüzeyler, ekstrem sıcaklıklar.
- **Kimyasal Tehlikeler:** Formaldehit, dezenfektan kalıntıları, toksik gazlar.
- **Biyolojik Tehlikeler:** *Bacillus anthracis*, *Mycobacterium tuberculosis*, hepatit virüsleri gibi patojenler.
- **Radyolojik/Nükleer Tehlikeler:** Radyoaktif serpinti, kalıntı kontaminasyonu, iyonlaştırıcı radyasyon maruziyeti.

3.2.2. Risk Analizi: Job Safety Analysis (JSA) Uygulaması

Her bir operasyonel adım, İş Güvenliği Görev Analizi (JSA) yöntemi ile mikro-parçalar hâlinde değerlendirilmiştir. Örnek bir analiz matrisi şu şekilde yapılandırılmıştır:

Tablo 1. Operasyonel Adımların İş Güvenliği Görev Analizi (JSA) Kapsamında Değerlendirilmesine İlişkin Örnek Matris

Aşama	Tehlikeli Durum	Tehlikeli Davranış	Olası Zarar	Etkilenecek Kişiler	Önerilen Kontrol Önlemleri
Olay yeri tarama	Kontamine materyalle doğrudan temas	KKD eksikliği, prosedür dışı müdahale	Enfeksiyon, kimyasal yanık	Adli personel, sağlık görevlisi	KKD kullanımı, erişim kısıtlaması, eğitim

3.2.3. Kontrol Önlemleri Geliştirme

Her Her bir risk faktörü için önerilen önlemler aşağıdaki şekilde üç başlık altında yapılandırılmıştır:

- **Mühendislik Kontrolleri:** Alan izolasyonu, negatif basınç sistemleri, hava filtreleme.
- **İdari Önlemler:** Prosedürel kılavuzlar, vardiya döngüsü, psikolojik destek mekanizmaları.
- **Kişisel Koruyucu Donanım (KKD):** Tam yüz maskesi, sıvı geçirmez elbise, kurşun kaplı bariyerler.

4. UYGULAMA ALANI VE SINIRLILIKLAR / SCOPE OF APPLICATION AND LIMITATIONS

Bu çalışma, özellikle KBRN kaynaklı afetlerde felaket kurbanlarının kimliklendirilmesinde görev alan adli tıp personeli, saha sağlık çalışanları ve kolluk kuvvetleri gibi birimleri kapsamaktadır. Yangın, sel, deprem gibi KBRN dışı afet türleri bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Araştırma etik kurul onayı gerektirmeyen doküman ve saha analizlerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

No	Risk Faktörü	Potansiyel Zarar	Etkilenen Kişiler	Önerilen Kontrol Tedbirleri	Kaynak
Kimyasal Risk Olay Yeri Risk Analizi					
1	Formaldehit buharına maruz kalma	Solunum yolu irritasyonu, kanserojen etki	Otopsi personeli, laboratuvar çalışanları	İyi havalandırma, formaldehit emici filtreli maske, madde kullanım protokolü	Geoghegan & Tong, 2006; Loibner et al., 2021
2	Biyolojik numunelerin kimyasal sabitleyicilerle teması	Deri ve göz irritasyonu	Numune işleme personeli	Sıçrama önleyici gözlük, eldiven, sıvı geçirmez önlük	Loibner et al., 2021
3	Dezenfektanların yanlış kullanımı (hipoklorit, glutaraldehit vb.)	Deri tahrişi, toksik inhalasyon	Tüm saha personeli	Uygun sulandırma, eğitilmiş personel, kimyasal malzeme güvenlik formları (MSDS) kullanımı	Ganesan et al., 2010
4	Gaz halinde kimyasal kontaminantların olay yerinde kalıcılığı	Gecikmeli toksik etki, nörolojik semptomlar	İlk müdahale ekibi, adli uzmanlar	Önceden gaz ölçümü yapılması, ortama göre maske filteri seçimi, giriş süresi sınırlandırması	Sharma, 2010
5	Deriye doğrudan kimyasal madde teması	Kimyasal yanık, sistemik toksisite	Ceset taşıyıcılar, adli tip teknisyenleri	Kimyasal geçirmez eldiven ve elbise, duş istasyonu bulundurma	Çabuk & Tün, 2018
6	Kontamine giysilerin uygunsuz depolanması	Sekonder temas riski, çevre kirliliği	Giyinme-soyunma alanı personeli	KKD'lerin ayrı toplanması, biyolojik atık protokolü ile imha	HSE, 2018
7	Olay yeri çevresinde pestisit ve endüstriyel madde kalıntıları	Sistemik toksik etkiler (solunum, nörolojik)	Numune toplayıcılar, sahada çalışan uzmanlar	Kimyasal alan sınırlaması, alan temizlenmeden giriş yasası	Geoghegan & Tong, 2006
8	Uçucu organik bileşiklere (VOC) uzun süreli maruziyet	Karaciğer/renal toksisite, baş ağrısı, baş dönmesi	Olay yeri inceleme ekibi	VOC ölçümü yapılması, zaman sınırlaması, uygun maske kullanımı	Sharma, 2010
9	Kimyasal maddelerin KKD üzerine bulaşması ve fark edilmemesi	Cilt absorpsiyonu, kümülatif etki	Tüm müdahale personeli	KKD üzerine görünürlük sağlayan göstergeler, dekontaminasyon sonrası kontrol	Loibner et al., 2021
10	Yanlış etiketlenmiş kimyasal numunelerin taşınması	Maruziyet riski, çapraz kontaminasyon	Numune transfer personeli	Etiketleme protokolü, çift kabin zorunlu tutulması	WHO, 2004; HSE, 2018

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

No	Risk Faktörü	Potansiyel Zarar	Etkilenen Kişiler	Önerilen Kontrol Tedbirleri	Kaynak
Biyolojik Risk Olay Yeri Risk Analizi					
11	Patojen bulaş riski yüksek ortamda koruyucu önlemsiz çalışma	Enfeksiyon, salgın hastalık riski	Kimliklendirme ekibi, saha personeli	KKD kullanımı, biyolojik risk bölgesi sınırlaması	WHO, 2006
12	Tamı konmamış bulaşıcı hastalıklarla temas	Maruziyet sonrası yayılım	Otopsi personeli	Patojen tanımlama testleri, biyogüvenlik protokolleri	CDC, 2017
13	Vücut sıvılarıyla direkt temas	HIV, hepatit B/C riski	Tüm DVI personeli	Su geçirmez önlük, çift eldiven, yüz şiperi	OSHA, 2012
14	Biyolojik ajanların aerosol formda yayılması	Solunum yolu enfeksiyonu	Kimliklendirme ekipleri	N95/FFP3 maske, pozitif basınçlı solunum koruyucuları	Loibner et al., 2020
15	Otopsi işlemlerinde aerosol oluşumu	Laboratuvar enfeksiyonları	Otopsi teknisyenleri	Otomatik test sistemleri, laminar flow kabin kullanımı	WHO, 2004
16	Dezenfeksiyon eksikliği nedeniyle mikrobiyal bulaş	Yüzey kontaminasyonu, çapraz bulaş	Saha çalışanları	Yüzey dezenfektanı kullanımı, dekontaminasyon istasyonu kurulumu	CDC, 2019
17	KKD'nin uygunsuz çıkarılması	Sekonder kontaminasyon	Tüm personel	KKD çıkarma prosedür eğitimi, çift torbalama yöntemi	OSHA, 2020
18	Mevimsel hastalık salgını döneminde çalışma	Grip, COVID-19 benzeri enfeksiyon riski	Tüm ekip	Aşılama, test öncesi tarama, sağlık gözlemi	WHO, 2021
19	Hayvan kaynaklı zoonotik bulaş (ör. şarbon, tularemi)	Şarbon, brucelloz gibi zoonozlar	Saha ekipleri	Temassız taşıma, biyolojik risk sınıflandırması	HSE, 2018
20	Çalışma alanında vektör kaynaklı hastalık riski (ör. kene, sivrisinek)	Kırım Kongo, sıtma, ensefalit	Açık alanda görevli personel	Böcek kovucu kullanımı, cilt koruma önlemleri	WHO, 2019
21	Tıbbi atıkların biyolojik kontaminasyona neden olması	Çevresel bulaş, saha kontaminasyonu	Tüm ekip	Atık torbalarının ayrıştırılması, enfekte atıkların ayrı toplanması	CDC, 2020
22	Vücut sıvılarının uygun şekilde kapatılmadan taşınması	Sıçrama, dökülmeye ile yayılım	Nakil personeli	Sızdırmaz biyolojik numune kapları, ikili paketlenme	Loibner et al., 2020
23	Uzun süreli çalışmalarda enfekte bölge ile tekrar temas	Kümülatif maruziyet, kronik hastalık riski	Sürekli görevli ekipler	Vardiya planlaması, periyodik sağlık taraması	OSHA, 2013
24	Otopsi sonrası temizlikte biyolojik risklerin ihmal edilmesi	Temaslı bulaş, çevresel enfeksiyon	Temizlik personeli	Saha dezenfeksiyon protokolü, tıbbi temizlik eğitimi	WHO, 2006
25	Naaşların depolandığı soğuk alanlarda biyolojik denetim eksikliği	Soğuk hava ile viral/patojen direnç artışı	Morg çalışanları	Soğuk depoda düzenli kontrol, filtreleme ve sterilizasyon	CDC, 2015
26	Bacillus anthracis (Şarbon)	İnhalasyon: sepsis/ölüm; deri/intestinal formlar	Sahada görevli ekip	Aerosol önlemleri, BSL-3 kabin gereklidir (mobil laboratuvar), filtreli maske, eğitim, TT D. Anonimleşen / \	OSHA, 2025

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

27	Yersinia pestis (Veba)	Pneumonik: hızlı ölümcül; bubonik: lenf bezi şişmesi	Kimliklendirme ekipleri, sağlık personeli	İzolasyon, N95 maskesi, göz-gömlük kullanımı, profilaksi antibiyotik	Johns Hopkins, 2011; CDC, 2024
28	Francisella tularensis (Tularemi)	Tansiyon kaybı, pnömoni, sepsis	Sahada çalışanlar	Aerosol önlemleri, biyolojik gömme bölgesi, BSL-3 uygulamaları (mobil laboratuvar)	JTS, 2025
29	Brucella spp. (Bruselloz)	Kronik ateş, artrit, karaciğer/böbrek hasarı	Laboratuvar personeli	Brucella QRG uygulamaları, koruyucu giysi, gözlük, çift eldiven, biyogüvenlik kabini	EPA, 2024
30	Clostridium tetani (Tetanoz)	Kas spazmları, solunum yetmezliği	Mezarlık çalışanları	Kesici-delici koruma, tetanoz aşısı, varalanma sonrası protokol	—
31	Mycobacterium tuberculosis (Tüberküloz)	Uzun süreli tedavi gerektiren kronik hastalık	Kimliklendirme ve sağlık personeli	Solunum maskesi (FFP3/N95), kapalı alan havalandırması	EPA, 2024
32	Coccidioides immitis (San Joaquin Atıflar Atomu?)	Pulmoner enfeksiyon, sistemik yayılım	Sahada kazı yapan ekip	Fungal spor önlemleri (maske, nemli iş, HEPA filtreli KKD)	EPA, 2024
No	Risk Faktörü	Potansiyel Zarar	Etkilenen Kişiler	Önerilen Kontrol Tedbirleri	Kaynak
Radyolojik Risk Olay Yeri Risk Analizi					
33	Radyoaktif serpinti alanında korumasız çalışma	Radyasyon yanıkları, uzun vadeli kanser riski	Kimliklendirme ekibi, kolluk personeli	Zırhlı KKD, zaman-süre-mesafe ilkesine göre görev rotasyonu	Sharma, 2010
34	Radyasyon ölçüm cihazı bulunmaması	Maruziyetin fark edilmemesi, personel sağlığı tehlikesi	Teknik personel, adli tip uzmanı	TLD, Geiger-Müller cihazı ile sürekli ölçüm yapılması	Ojovan & Lee, 2014
35	Radyoaktif kalıntıların temas yoluyla bulaşması	Deri lezyonları, lokal radyasyon hastalığı	Sahadaki fiziksel temas kuran personel	Temassız inceleme yöntemleri, dekontaminasyon istasyonları	Sharma, 2010
36	Saha içinde kontaminasyonun sınırlandırılmaması	İkincil bulaş riski, çevre kirliliği	Olay yeri ekibi, çevredeki halk	Kontrollü alan oluşturulması, çift bariyerli giriş sistemi	HSE, 2018
37	Radyasyon maruziyetine karşı doz limitlerinin belirlenmemesi	Yüksek doz alınması, yasal ihlal	Görevli tüm ekip	Uluslararası doz limitlerine göre görev planlaması	IAEA, 2014
38	Biyolojik örneklerde radyoaktif bulaş riski	Laboratuvar bulaşları, yanlış analiz	Laboratuvar personeli	Numune kabul prosedürlerinin yeniden düzenlenmesi	Loibner et al., 2020
39	Koruyucu kıyafetlerin radyoaktif maddeye dayanıklı olmaması	Cilt altı absorpsiyon, içsel kontaminasyon	Tüm personel	Kurşun kaplamalı eldiven ve önlük, sezyum ve iyot için filtreli maskeler	Sharma, 2010
40	Radyasyona karşı personelin eğitimsiz olması	Panik, yanlış müdahale, maruziyet artışı	Yeni görevlendirilen ekip üyeleri	Ön görev eğitimi, saha içi uyarı levhaları	IAEA, 2014
41	Olay yerinin uygun şekilde işaretlenmemesi	Yanlışlıkla giriş, görevli dışı kişilerin etkilenmesi	Halk, medya çalışanları	İşkıl bariyerler, "Radyasyon Tehlikesi" uyarı panoları	HSE, 2018
42	Radyasyonun biyolojik materyal üzerindeki etkisinin göz ardı edilmesi	DNA bozulması, kimliklendirme hataları	Adli genetik uzmanları	Radyasyon koruyucu saklama kapları kullanılması	Loibner et al., 2020

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

43	Yetersiz radyasyon tespiti	Geç fark edilen maruziyet	İlk müdahale ekipleri	Sürekli doz izleme sistemleri, sahada taşınabilir spektrometre	UNSCEAR, 2010
44	Radyolojik serpinti sonrası çevresel bulaş	Toprak ve hava kontaminasyonu	Tüm saha personeli, halk	Alan izolasyonu, çevresel izleme ve dekontaminasyon ekipleri	IAEA, 2018
45	Kontamine naaşlara temas	Radyonüklid geçişyle sağlık riski	Adli tıp uzmanları, mezar kazıcılar	Kuşun önlük, çift eldiven, biyolojik atık protokolü	WHO, 2006
46	Naaş taşımada radyasyon sızıntısı	Araç içi kontaminasyon, personel maruziyeti	Morg ve nakil ekipleri	Kuşun kaplı taşıma kapları, nakil öncesi radyasyon ölçümü	CDC, 2019
No	Risk Faktörü	Potansiyel Zarar	Etkilenen Kişiler	Önerilen Kontrol Tedbirleri	Kaynak
Nükleer Risk Olay Yeri Risk Analizi					
47	Olay yeri yakınında zayıf korunan nükleer kaynak varlığı	Düşük seviyeli radyasyon maruziyeti, gecikmiş sağlık sorunları	Adli tıp personeli, saha çalışanları, kolluk kuvvetleri	Bölgenin hızlı taranması, dozimetre kullanımı, uzaklaştırma önlemleri	IAEA, 2014
48	Nükleer serpinti riski taşıyan bölgede uzun süreli çalışma	Kümülatif radyasyon dozu artışı, radyasyon hastalığı	Tüm müdahale personeli	Vardiya planlaması, maruziyet süresi takibi, radyasyon monitörleri	UNSCEAR, 2010
49	İyonize radyasyon kaynağına korunmasız yaklaşım	DNA hasarı, malignite riski	Kimliklendirme ekibi, teknik ekip	Kuşun bariyer kullanımı, eğitilmiş personel görevlendirme	WHO, 2006
50	Nükleer materyalle kontamine cesetle fiziksel temas	Vücut içi kontaminasyon, gamma/neutron etkisi	Adli otopsi görevlileri, taşıma birimleri	Tam sızdırmaz KKD (kategori 3), dekontaminasyon sonrası işlem	CDC, 2020
51	Saha içinde gömülü nükleer partiküller (ör. alfa yayıcı)	Fark edilmeyen yüksek doz lokal maruziyet	Olay yeri ekipleri, hafriyat personeli	Spektral dedektörle tarama, yer işaretleme ve giriş yasağı	IAEA, 2011
52	Nükleer atıkla temas etmiş kişisel eşyaların incelenmesi	İkincil maruziyet, radyasyon transferi	DVI ölüm öncesi bilgi personeli, laboratuvar çalışanları	Eldiven, kuşun kaplama masa, örneklerin ayrı depolanması	EPA, 2017
53	Çalışma alanında radyasyona karşı yeterli sınırlandırma olmaması	Çevreye yayılım riski, geniş kitle maruziyeti	Tüm halk, müdahale ekipleri	Saha sınırları belirlenmesi, erişim bariyerleri, güvenlik bandı	NCRP, 2005
54	Maruziyet sonrası psikolojik stres (radyoaktif korkusu)	Psikolojik travma, ekip işlevselliğinde düşüş	Saha personeli, halkla temas kuran birimler	Psikososyal destek ekibi görevlendirme, bilgi panoları	Morgan, 2014; Srivastava, 2010
55	Radyasyonun vücut sıvıları ile sekonder kontaminasyonu	Taşıyıcı bulaşma, örnek kontaminasyonu	Otopsi teknisyenleri, laboratuvar	İkili torbalama, tıbbi atık ayrıştırması, steril saha	HSE, 2018
56	Kaza sonrası yer altı su kaynaklarına nükleer sızıntı	Uzun dönem halk sağlığı riski	Su kaynağından sorumlu birimler, halk	Su numunesi izleme, saha karantinası, filtreleme sistemleri	Ojovan & Lee, 2014

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

No	Risk Faktörü	Potansiyel Zarar	Etkilenen Kişiler	Önerilen Kontrol Tedbirleri	Kaynak
Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Risk Faktörleri					
57	Uygun KKD'nin temin edilmemesi	Maruziyet, kontaminasyon	Kimliklendirme personeli, sağlık görevlileri	KKD envanter planlaması, afet kitlerinde stok zorunluluğu	OSHA, 2015
58	KKD'nin yanlış seçimi	Etkisiz koruma, artan risk	Olay yeri ekipleri, adli personel	Risk türüne özel KKD eğitimi ve rehberi	CDC, 2020
59	KKD'nin doğru giyilmemesi	Cilt, göz, solunum kontaminasyonu	Tüm müdahale ekipleri	Donning/doffing eğitimi, gözlemci denetimi	WHO, 2008
60	KKD'nin zamanla etkisini yitirmesi	Yetersiz koruma	Uzun süre sahada kalan personel	Zaman sınırlı görev döngüsü, sürekli ekipman yenileme	HSE, 2020
61	KKD ile uzun süreli çalışmanın yol açtığı fizyolojik stres	Isı stresi, yorgunluk, bayılma	Müdahale ekipleri	Serinleme araları, sıvı desteği, görev rotasyonu	Parsons et al., 2013
62	KKD'nin saha koşullarına uygun olmaması	Yırtılma, sızdırma, sınırlı hareket	Kimliklendirme ve taşıma personeli	KKD malzeme standardı uyumu, BSL4 düzeyi kıyafetler	CDC, 2016
63	KKD'nin kullanım sonrası uygun dekontaminasyona tabi tutulmaması	Yayılım riski, ikincil kontaminasyon	Saha destek ekipleri	Dekontaminasyon istasyonları, protokol sonrası izleme	WHO, 2008
64	KKD donanımlarının lojistik dağıtım sorunları	Gecikmiş müdahale	Lojistik sorumluları, ekip liderleri	Bölgesel depo entegrasyonu, acil erişim planları	FEMA, 2020
65	KKD eğitiminin yetersizliği	Hatalı kullanım, koruma başarısızlığı	Tüm görevli personel	Sahada uygulamalı eğitim, periyodik testler	OSHA, 2015
66	Tek kullanımlık KKD'lerin yeniden kullanımı	Kontaminasyon ve bulaşma riski	Adli ve sağlık çalışanları	Tedarik sürekliliği planlaması, atık yönetimi eğitimi	
67	Uzun süreli ceset teması	Enfeksiyon riski, travma	Adli tıp personeli, teknisyenler	Sınırlı temas süresi, eldiven içi bariyerler	WHO, 2020
68	Fiziksel zorlanma (taşıma, kazı vb.)	Kas-iskelet yaralanmaları	Mezarlık işçileri, sağlık personeli	Ergonomik eğitim, yük paylaşımı, destekli kaldırma ekipmanı	HSE, 2019
69	Vardiya düzensizlikleri	Yorgunluk, dikkat kaybı	Tüm saha ekipleri	Vardiya planlaması, dinlenme alanları	OSHA, 2016
70	Uzun süreli mental maruziyet (travmatik sahneler)	Psikolojik travma, TSSB	Kimliklendirme personeli, görgü tanıkları	Psikososyal destek hizmetleri, görev sonrası danışmanlık	WHO, 2009

Tablo 2. Risk Olay Yeri Risk Analizi

71	Kimliklendirme sürecinde kişisel eşyalarla temas	Bulaşıcı ajan teması, duygusal stres	Olay yeri ve morg çalışanları	KKD kullanımı, kontrollü eşya yönetimi	INTERPOL, 2020
72	Mezar açma ve defin sırasında çökme riski	Fiziksel yaralanma veya ölüm	Mezarcular, adli ekip	Şev açısı kontrolü, sabit platform kullanımı	HSE, 2018
73	Yanlış kimlik tespiti	Adli hata, hukuki sorunlar	Adli tıp uzmanı, aileler	Çoklu doğrulama prosedürleri (DNA, dental, parmak izi)	ICRC, 2016
74	Yetersiz adli kayıt ve etiketleme	Kimlik karışıklığı, delil geçersizliği	Kimliklendirme ekibi	Standart etiketleme sistemi, dijital kayıt yedeklemesi	INTERPOL, 2020
75	Sahada ölüm sonrası bilgiyle ölüm öncesi bilginin eşleşmemesi	Tanımlama gecikmesi	DVI ekipleri	Merkezi veri eşleştirme birimi kurulması	ICRC, 2016
76	Adli süreçlerde lojistik eksiklikler (soğutma, nakil, kayıt)	Gecikme, bozulma, kanıt kaybı	Saha adli ekipleri	Mobil morg ünitesi, soğutmalı taşıma araçları	WHO, 2016

4.SONUÇLAR / RESULTS

Bu çalışma, kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehdit altındaki afet sahalarında felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi ve numune toplama süreçlerine ilişkin iş sağlığı ve güvenliği (İSG) risklerini sistematik olarak değerlendirmiştir. KBRN olay yerlerinin sahip olduğu çok boyutlu ve özgün dinamikler, geleneksel afet sahalarından ayrılmakta; bu durum, sahada görev alacak ekiplerin güvenliğini sağlamak için özgül önlemler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda toplam 76 risk faktörü tanımlanmış; bu faktörlerin her biri için tehlikeli durumlar, potansiyel zararlar, etkilenecek kişi grupları ve kontrol tedbirleri yapılandırılmıştır. Bulgular, KBRN ajanlarına maruziyetin yüksek düzeyde bir risk olduğunu ve bu riskin, önceden planlanmış, ajana özgü stratejilerle yönetilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, literatürde doğrudan KBRN ajanlarının tespiti ve bu sahalarda görev alacak ekiplerin risk yönetimiyle ilgili spesifik ve uygulamaya dönük bir ön değerlendirme çalışmasının sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Araştırma bulguları, KBRN sahalarında görev alacak ekipler için işe özgü, risk analizlerinin yapılmasının; yalnızca çalışan sağlığının değil, aynı zamanda halk sağlığının korunmasında da kritik rol oynayacağını göstermektedir. Olay yeri güvenliğinin yalnızca fiziksel risklerle değil, aynı zamanda psikososyal, organizasyonel ve etik unsurlarla birlikte ele alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, ekiplerin önceden eğitim alması, sahaya özel taktiksel karar alma süreçlerinin geliştirilmesi ve ekip şefinin KBRN alanında uzmanlaşmış olması, müdahale etkinliğini artıracaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma; afet sonrası kimliklendirme faaliyetlerinin, özellikle KBRN tehditlerinin bulunduğu ortamlarda, yalnızca adli bir süreç değil, aynı zamanda çok disiplinli bir güvenlik yönetimi süreci olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Geliştirilen risk değerlendirme modeli, hem akademik hem de saha uygulamaları açısından KBRN ortamlarına özel planlama ihtiyacına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, ulusal ve uluslararası düzeyde çalışan korumasına yönelik stratejilerin geliştirilmesine, afet sahası yönetim politikalarının yapılandırılmasına ve acil müdahale kapasitesinin artırılmasına yönelik önemli bir temel sunmaktadır.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- AFAD. (2023). *Afet ve acil durum terimleri sözlüğü*. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. <https://www.afad.gov.tr>
- Arslan, M., Abalı, F., Özbek, B., & Üzün, İ. (2015). Defin ruhsatı düzenlemede adli boyut: Bir feth-i kabir otopsi olgusu. *Türk Aile Hekim Dergisi*, 19(2), 114–118. <https://doi.org/10.15511/tahd.15.02114>
- Birincioğlu, İ., Turan, N., & Teke, H. (2009). Trabzon’da fethi kabir otopsiler. *Adli Tıp Dergisi*, 23(2), 11–17.
- Boztepe, R. (2000). *Afyon ilinde 1994–1998 yılları arasında yapılmış 853 adet ölü muayenesi ve otopsinin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2023, June 15). *Job safety analysis*. <https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/job-haz.html>
- Celbiş, O. (2019). *Adli bilimlerde delil ve örnek alınması*. Akademisyen Kitabevi.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2015). *Guidelines for environmental infection control in health-care facilities*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2016). *Personal protective equipment (PPE) guidelines*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018a). *Bioterrorism agents/diseases*. <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018b). *Chemical emergencies*. <https://www.cdc.gov/nceh/hsb/chemicals>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2019). *Infection control in postmortem procedures*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *PPE reuse and extended use guidance*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022a). *Bioterrorism agents/diseases*. <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlist-category.asp>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022b). *Chemical agents*. <https://emergency.cdc.gov/agent/agentlistchem.asp>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024). *Plague: Diagnosis and treatment guidelines*. U.S. Department of Health and Human Services.
- Ceylan, H., & Başhelvacı, V. (2011). Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: Bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2). <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/353329>
- Cork County Local Authorities. (2023, June 15). *Occupational safety, health and welfare requirements for contractors, grave diggers, masons, undertakers and funeral directors carrying out works in Cork County Local Authority cemeteries*. <https://www.corkcoco.ie/sites/default/files/2022-02/procedure-for-carrying-out-works-in-cork-county-local-authority-cemeteries-pdf.pdf>
- Çabuk, S., & Tün, M. (2018a). KBRN tehditlerine karşı uluslararası antlaşmaların önemi. *Güvenlik Stratejileri Dergisi*, 14(28), 101–125.
- Çabuk, S., & Tün, M. (2018b). Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer (KBRN) tehditler ve yönetimi. *Uluslararası Güvenlik Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 45–60.
- Çeker, D. (2018). Adli operatörlük: Adli kazılarda iş makinesi operatörlerinin rolü. *Adli Bilimler Dergisi*, 17(4), 44–46.
- Çeker, D., & Stevens, W. D. (2015). Recovery of missing persons in Cyprus: Heavy equipment methods and techniques for complex well excavations. *Journal of Forensic Sciences*, 60(S1), S252–S259. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12854>
- Çeker, D., Sevim Erol, A., & Plümer Küçük, G. (2020). Adli antropoloji ve kimliklendirme. In *Sahada ve laboratuvarında popüler metotlar* (ss. 123–139). Nobel.
- Çetinkaya, O. (2014). *Tersanelerde iş güvenliği (JSA)* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Demirci Yetik, B., & Sağır, M. (2019). İzmir’de 2011–2018 yılları arasında gerçekleştirilen mezar açma işlemlerinin değerlendirilmesi. *Antropoloji*, 38, 101–109. <https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.632020>
- Demirci, Ş., Doğan, K. H., Erkol, Z., & Deniz, İ. (2008). Konya’da 2001–2007 yılları arasında gerçekleştirilen feth-i kabir olgularının değerlendirilmesi. *Adli Tıp Bülteni*, 13(2), 63–68.
- Dinçer, B. (2019). Türkiye’de Paleolitik Çağ arkeolojisinin geleceği. *Arkeoloji ve Sanat*, 158, 1–22.
- Environmental Protection Agency. (2017). *Radiological protection guidance for emergency response* (EPA Publication No. 400-R-17-001).
- Environmental Protection Agency. (2024). *Biological and chemical hazards in forensic investigations*. Office of Emergency Management.
- Erkol, Z., Hekimoğlu, Y., Büken, B., Şirin, G., Yılmaz, R., & Akkaya, H. (2016). Trafik kazasına maruz kalan olgularda ikincil mağduriyet. *Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi*, 22(1), 65–69.
- Federal Emergency Management Agency. (2020). *PPE distribution protocols for disaster zones*. U.S. Department of Homeland Security.
- Geoghegan, T. (2006). *How the Tokyo subway sarin attack changed Japan*. BBC News. <https://news.bbc.co.uk>
- Geoghegan, T., & Tong, D. (2006). Chemical hazards in postmortem environments. *Journal of Forensic Health & Safety*, 22(3), 141–149.
- Gök, E., Baduroğlu, E., Çetin, S., Fedakar, R., & Aliustaoğlu, F. (2013). Bursa’da otopsi yapılan fethi kabir olgularının değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 39(1), 55–60. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uutfd/issue/35292/391705>
- Health and Safety Executive. (2018). *Managing infection risks when handling the deceased* (HSG283). <https://www.hse.gov.uk/pubns/hsg283.pdf>
- Health and Safety Executive. (2019). *Manual handling operations: Guidance on regulations*. UK Government Publishing.
- Health and Safety Executive. (2020). *PPE in high-contamination zones: Safety protocols*. UK Government Publishing.
- IAEA. (2019). *Radiological and nuclear emergencies*. International Atomic Energy Agency. <https://www.iaea.org>
- International Atomic Energy Agency. (2011). *Safe management of radioactive sources* (Safety Reports Series No. 68).
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards* (GSR Part 3).
- International Atomic Energy Agency. (2018). *Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency* (GSR Part 7).
- International Atomic Energy Agency. (2022). *Safety and security of radioactive sources: Code of conduct*. <https://www.iaea.org/topics/radiological-security>
- International Committee of the Red Cross. (2016). *The management of dead bodies after disasters: A field manual*. Geneva: ICRC.
- INTERPOL. (2020). *Disaster victim identification guide*. General Secretariat of INTERPOL. <https://www.interpol.int>
- İstanbul Üniversitesi AUZEF. (2022). *Risk değerlendirmesi ve metodolojisi*. https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/21_22_Guz/risk_degerlendirmesi_ve_metodolojisi/10/index.html
- Johns Hopkins Center for Health Security. (2011). *Plague: Pathogen, preparedness, and response*. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health.
- Kabakuş, Y. (2009). *Trafik kazasına maruz kalan ve otopsi yapılmadan defnedilen olguların ölüm nedenleri* (Uzmanlık tezi).
- Loibner, M., et al. (2020). Biocontainment and PPE strategies for field operations. *Journal of Field Epidemiology*, 14(1), 22–31.
- Loibner, M., et al. (2021). Chemical exposure and contamination in forensic fieldwork. *Journal of Occupational Safety and Hygiene*, 19(2), 85–92.
- Loibner, M., Langner, C., Regitnig, P., Gorkiewicz, G., & Zatloukal, K. (2020). Biosafety requirements for autopsies of patients with COVID-19. *Pathobiology*, 88(1), 37–45. <https://doi.org/10.1159/000513438>

- Morgan, K. M. (2014). Psychological effects of nuclear accidents. *Journal of Emergency Mental Health*, 16(4), 257–265.
- National Council on Radiation Protection and Measurements. (2005). *Key elements of preparing emergency responders for nuclear and radiological terrorism* (NCRP Report No. 138).
- National Occupational Standards. (2017). *Supervise the exhumation of human remains*. <https://www.ukstandards.org.uk/PublishedNos-old/PPLFOS28.pdf>
- NDK. (2024). *Radyasyon izleme ve uyarı sistemi ağı (RadİSA)*. <https://www.ndk.gov.tr/radyasyon-izleme-ve-uyari-sistemi-agi-radisa>
- Nükleer Düzenleme Kurumu. (2021). *Radyasyon güvenliği yönetmeliği*. <https://www.ndk.org.tr>
- Occupational Safety and Health Administration. (2012). *Bloodborne pathogens and needlestick prevention*. U.S. Department of Labor.
- Occupational Safety and Health Administration. (2013). *Occupational exposure to infectious agents*. U.S. Department of Labor.
- Occupational Safety and Health Administration. (2015). *PPE standards and compliance guide*. U.S. Department of Labor.
- Occupational Safety and Health Administration. (2016). *Fatigue management and shift safety*. U.S. Department of Labor.
- Occupational Safety and Health Administration. (2020). *PPE removal training and risk mitigation*. U.S. Department of Labor.
- Ojovan, M. I. (2014a). *An introduction to nuclear waste immobilisation* (2nd ed.). Elsevier.
- Ojovan, M. I. (2014b). *Materials for nuclear waste immobilization*. Woodhead Publishing.
- Ojovan, M. I., & Lee, W. E. (2014). *An introduction to nuclear waste immobilisation* (2nd ed.). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-07415-1>
- Parsons, K., et al. (2013). Heat stress from protective clothing. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 8(1), 12–19.
- Sharma, D. C. (2010). Managing chemical disasters in India. *Journal of Chemical Health & Safety*, 17(2), 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2009.08.005>
- Sharma, P. K. (2010). *Toxicological risks in contaminated environments*. Springer.
- Sharma, R. K. (2010). Chemical, biological, radiological, and nuclear disasters. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 2(3), 155–156. <https://doi.org/10.4103/0975-7406.68490>
- Srivastava, A. K. (2010). Psychological impact of radiological terrorism. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 4(3), 183–189.
- Srivastava, M. (2010). Psychological impact of natural disasters on survivors. *Indian Journal of Social Psychiatry*, 26(2), 54–59.
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2012). *İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı: 28512). <https://www.mevzuat.gov.tr>
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2021). *Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik*. <https://www.mevzuat.gov.tr>
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2023). *Mesleki hastalıklar ve işle ilgili tanı rehberi*. <https://www.csgeb.gov.tr>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020). *Radyolojik atık yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı: 31305).
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Radyoaktif maddelerin fiziksel korunması hakkında yönetmelik*. Resmî Gazete (Sayı: 31766).
- TENMAK. (2024). <https://www.tenmak.gov.tr>
- Turan, Ö. (2014). *Bathonea kazıları ışığında mezar ve toplu mezar değerlendirmelerinde adli tıp yaklaşımı* (Tıpta uzmanlık tezi). Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Türk Çınar, T. (2021). Olay yerinde biyogüvenlik. *Adli Bilimler Kongre Kitabı*, 531.
- Türkiye Cumhuriyeti Nükleer Düzenleme Kurumu. (2023, September 1). *Radyoaktif maddelerin serbestleştirilmesi ve salımına ilişkin yönetmelik*. Resmî Gazete (Sayı: 32296).
- Türkiye İnsan Hakları Vakfı. (2008). *Olay yeri keşif, fethi kabir (mezar açma) tutanağı* (Yayın No. 51). İstanbul: TİHV Yayınları.
- United Nations. (1970). *Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)*. <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/>

- United Nations Office for Disarmament Affairs. (2021). *Biological Weapons Convention (BWC)*. <https://www.un.org/disarmament/biological-weapons>
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2010). *Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 2008 report*. United Nations.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. (2020). *Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2020 report*. United Nations.
- World Health Organization. (2004a). *Laboratory biosafety manual* (3rd ed.). Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2004b). *Public health response to biological and chemical weapons* (2nd ed.). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42544>
- World Health Organization. (2006). *Guidelines on safe management of dead bodies during infectious disease outbreaks*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2008). *Health worker safety: PPE training module*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2009a). *Constitution of the World Health Organization*. <https://www.who.int/about/governance/constitution>
- World Health Organization. (2009b). *Mental health and psychosocial support in emergencies*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2016). *Postmortem management and infectious disease risks*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2019). *Vector-borne disease threats and response*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2020). *Handling of dead bodies in disaster situations*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2021). *Occupational safety measures during respiratory virus outbreaks*. Geneva: WHO.
- Yağmur, F., Körükçü, M., & Hancı, H. (2003). Gömülmüş cesetlerin incelenmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 12(4), 146–150.