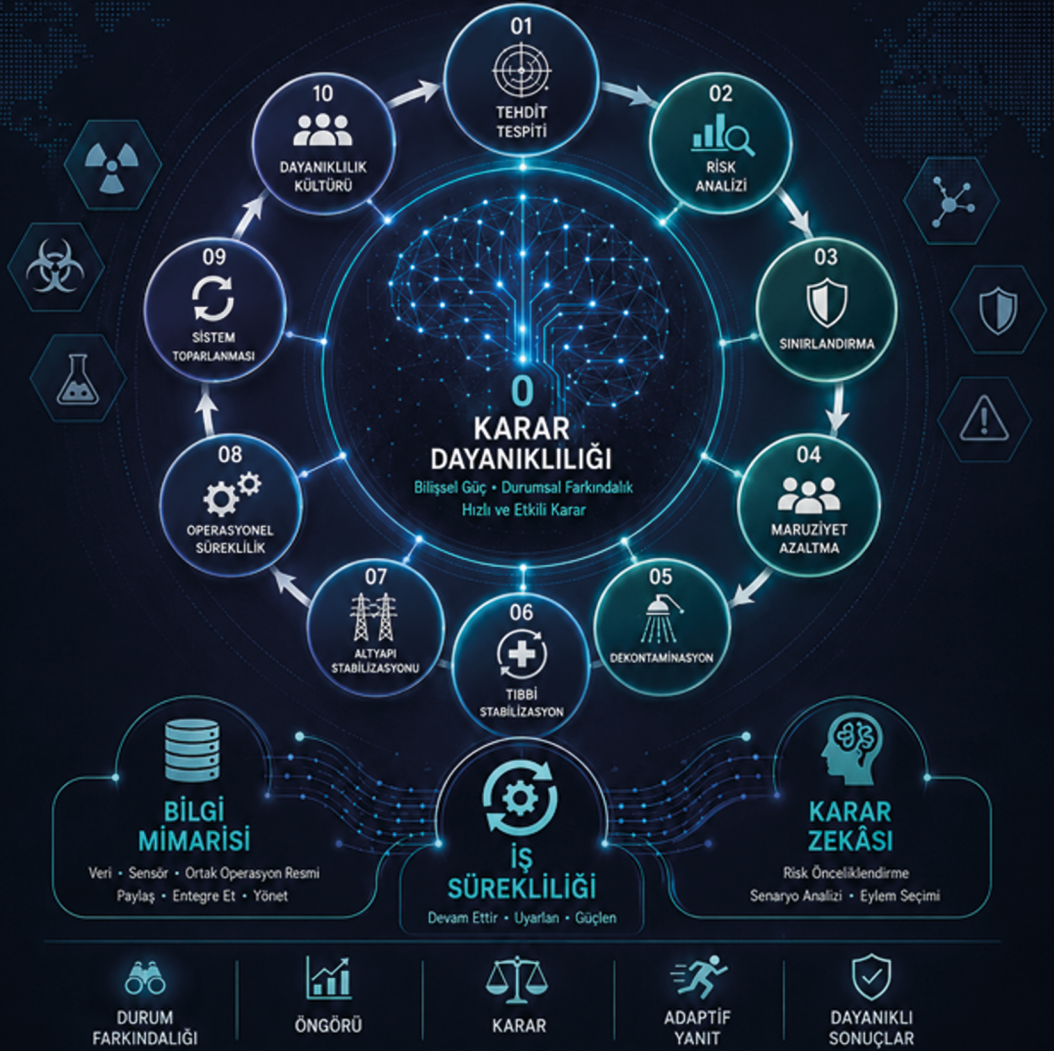


# KBRN-P'DE BİLİŞSEL DAYANIKLILIK VE OPERASYONEL SÜREKLİLİK

Karar Zekâsı, Bilgi Mimarisi ve İş Sürekliliği İçin Bütünleşik Bir Model



Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ



**KBRN-P'DE  
BİLİŞSEL DAYANIKLILIK VE  
OPERASYONEL SÜREKLİLİK:  
KARAR ZEKÂSI, BİLGİ MİMARİSİ VE  
İŞ SÜREKLİLİĞİ İÇİN  
BÜTÜNLEŞİK BİR MODEL**

**Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ**



***KBRN-P'de Bilişsel Dayanıklılık ve Operasyonel Süreklilik: Karar Zekâsı,  
Bilgi Mimarisi ve İş Sürekliliği İçin Bütünleşik Bir Model  
Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ***

**Genel Yayın Yönetmeni:** Berkan Balpetek

**Kapak Tasarımı:** Ayşe Handan DÖKMECİ

**Sayfa Tasarımı:** Duvar DESIGN

**Basım Tarihi:** Haziran 2026

**Yayıncı Sertifika No:** 49837

**E-ISBN:** 978-625-8756-90-6

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

[www.duvar yayinlari.com](http://www.duvar yayinlari.com)

[duvarkitabevi@gmail.com](mailto:duvarkitabevi@gmail.com)

## ÖNSÖZ

Bilmek yetmiyor.

Yirmi altı yılı aşkın akademik ve mesleki deneyimim boyunca bunu defalarca gördüm. Eğitimli personel vardı. Protokoller hazırlanmıştı. Ekipman temin edilmişti. Planlar dosyalarda yerini almıştı. Ancak olay anı geldiğinde, çoğu zaman asıl kırılma teknik kapasitede değil; karar zincirinde, bilgi akışında ve kurumlar arası koordinasyonda ortaya çıktı.

Bu gerçek, beni yıllar içinde aynı temel soruya götürdü:

**Bir kurum, kriz anında yalnızca ne bildiğiyle değil, bildiğini baskı altında nasıl karara dönüştürdüğüyle ayakta kalır.**

KBRN-P olayları bu gerçeği en sert biçimde görünür kılan krizlerdir. Çünkü kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı tehditler yalnızca bir “tehlikeli madde” problemi değildir. Bu olaylar aynı anda sağlık sistemini, acil müdahale kapasitesini, kritik altyapıları, endüstriyel tesisleri, lojistik akışları, iş sürekliliğini ve toplumsal güveni sınar. Başarısızlık çoğu zaman tek bir noktada oluşmaz; sistemin farklı halkalarında eşzamanlı kırılmalar şeklinde ortaya çıkar.

Bugün KBRN-P tehditleri artık yalnızca askeri senaryoların, savaş alanlarının ya da uzak coğrafyaların meselesi değildir. Türkiye’nin sanayi tesisleri, organize sanayi bölgeleri, limanları, enerji altyapısı, sağlık kurumları, laboratuvarları, lojistik ağları ve yoğun nüfuslu şehirleri bu risk ortamının içindedir. Marmara Bölgesi’nin endüstriyel yoğunluğu, kimyasal üretim ve depolama alanları, kritik ulaşım koridorları ve sağlık hizmetleri kapasitesi birlikte düşünüldüğünde, KBRN-P hazırlığı teorik bir uzmanlık başlığı olmaktan çıkmakta; **kurumsal dayanıklılık, iş sürekliliği ve ulusal güvenlik meselesi** hâline gelmektedir.

Akademik çalışmalarım boyunca toksikoloji, çevre bilimleri, acil yardım ve afet yönetimi, KBRN-P hazırlığı, iş sürekliliği ve kriz yönetimi, iş sağlığı ve güvenliği, kritik altyapı, ISO yönetim sistemleri ve kurumsal dayanıklılık alanlarının kesişiminde çalıştım. Bu disiplinlerin her biri bana aynı gerçeği farklı bir dilden anlattı: Krizleri yalnızca müdahale kapasitesiyle yönetemeyiz. Krizleri yönetebilmek için sistemleri, kararları, bilgiyi ve sürekliliği birlikte tasarlamak zorundayız.

Akademik ve saha odaklı çalışmalarım ilerledikçe literatürde güçlü fakat parçalı bir yapı olduğunu daha net gördüm. KBRN-P müdahale protokolleri olay yeri yönetimini; klinik ve toksikolojik rehberler hasta güvenliği ve tedaviyi; dekontaminasyon algoritmaları ikincil maruziyetin önlenmesini; ISO 22301 gibi iş sürekliliği standartları ise kurumsal toparlanmayı güçlü biçimde ele alıyordu. Dayanıklılık mühendisliği, durum farkındalığı ve kritik altyapı literatürü de sistemlerin baskı altında nasıl ayakta kalabileceğine ilişkin değerli kavramsal

araçlar sunuyordu. Ancak kendi akademik üretimim, eğitimlerim, kurumsal temaslarım ve KBRN-P/toksikolojik afetler alanındaki gözlemlerim bana şunu gösterdi: Bu bilgi alanları çoğu zaman aynı kriz gerçekliğini farklı dillerle açıklıyor, fakat birbirleriyle yeterince konuşmuyor. Oysa gerçek bir KBRN-P olayında müdahale, klinik yanıt, dekontaminasyon, altyapı sürekliliği, bilgi akışı ve karar süreçleri birbirinden ayrı değil; aynı sistemin eşzamanlı çalışan parçalarıdır. Bu kitap, yıllar içinde çalışmalarımın görünür kıldığı bu parçalanmışlığı aşma ve bu alanları ortak bir karar dayanıklılığı mimarisi içinde buluşturma çabasından doğdu.

Oysa gerçek bir KBRN-P olayında hiçbir sistem tek başına çalışmaz.

Sensör verisi, saha gözlemi, toksikolojik değerlendirme, hastane kapasitesi, dekontaminasyon imkânı, altyapı durumu, personel güvenliği, halkın korunması, karar yetkisi ve kritik işlevlerin sürekliliği aynı anda yönetilmek zorundadır. Bu nedenle KBRN-P hazırlığı yalnızca “müdahale planı” değil; karar sürekliliği, bilgi mimarisi ve operasyonel dayanıklılık mimarisi gerektirir.

Bu kitap, tam da bu boşluktan doğdu.

Burada önerdiğim Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRN-P Operasyonel Dayanıklılık Modeli, ampirik olarak tamamlanmış, son sözü söyleyen kapalı bir yöntem değildir. Aksine, sınanması, tartışılması, geliştirilmesi ve farklı kurumsal bağlamlarda uygulanması gereken bir kavramsal referans mimaridir. Bu modelin amacı, KBRN-P olay yönetimini yalnızca “tespit et, koru, dekontamine et, tedavi et” çizgisinde bırakmamak; bu çizgiyi karar dayanıklılığı, bilgi mimarisi, kritik altyapı sürekliliği, iş sürekliliği ve kurumsal öğrenme ile genişletmektir.

Modelin merkezinde Halka 0 — Karar Dayanıklılığı yer almaktadır. Çünkü KBRN-P olaylarında başarı, çoğu zaman ilk alarmın verilmesiyle değil; alarmdan sonra bilginin nasıl yorumlandığı, kararın ne kadar hızlı ve doğru üretildiği, kurumların nasıl koordine olduğu ve kritik işlevlerin hangi sırayla sürdürüldüğüyle belirlenir. Bu nedenle karar dayanıklılığı, modelde bir ek unsur değil; tüm halkaları taşıyan bilişsel ve yönetsel omurgadır.

Bu kitapta savunduğum temel önerme şudur:

**Dayanıklılık, yalnızca ayakta kalma kapasitesi değildir; belirsizlik altında karar verebilme, uyum sağlayabilme ve öğrenebilme kapasitesidir.**

Bu yaklaşımın yalnızca akademik bir tartışma olarak kalmasını istemiyorum. Bu çalışmanın araştırmacılar için yeni sorular üretmesini; AFAD personeli, hastane yöneticileri, OSB temsilcileri, iş sürekliliği profesyonelleri, acil durum planlayıcıları, kritik altyapı işletmecileri ve karar vericiler için uygulanabilir bir düşünme zemini oluşturmasını amaçlıyorum.

Çünkü KBRN-P hazırlığı yalnızca uzmanların masasındaki teknik bir konu değildir. Bir hastanenin hizmete devam edip edememesi, bir sanayi tesisinin

güvenli biçimde yeniden çalışıp çalışmaması, bir şehrin suya, enerjiye, sağlığa ve bilgiye erişimini sürdürebilmesiyle ilgilidir. Bu nedenle KBRN-P dayanıklılığı, insan hayatını, kurumsal sürekliliği, ekonomik güvenliği ve toplumsal istikrarı aynı anda ilgilendiren stratejik bir alandır.

Bu kitabı yazarken amacım, hazır cevaplar vermekten çok, daha güçlü sorular sormaktır:

Bir KBRN-P olayında karar zinciri nerede kırılır?

Bilgi hangi noktada eyleme dönüşmez?

Dekontaminasyon tamamlanmadan iş sürekliliği nasıl planlanır?

Hastane kapasitesi, altyapı bağımlılıkları ve kurumlar arası koordinasyon aynı karar düzleminde nasıl buluşturulur?

Bir kurum yalnızca toparlanmakla kalmayıp, yaşadığı krizden sonra nasıl daha dayanıklı hâle gelir?

Bu soruların tamamı, bu kitabın omurgasını oluşturmaktadır.

Hazırlık hayatı kurtarır.

Ancak gerçek hazırlık, yalnızca plan yapmak değildir.

Gerçek hazırlık, kriz anında karar verebilen, bilgi akışını koruyabilen, kritik işlevlerini sürdürebilen ve yaşadığından öğrenebilen sistemler kurmaktır.

Bu çalışma, böyle sistemlerin tasarlanmasına küçük ama kararlı bir katkı sunma çabasıdır.

**Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Fakültesi

Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü

İletişim: [hdokmeci@gmail.com](mailto:hdokmeci@gmail.com)

Web: [www.aysehandandokmeci.com](http://www.aysehandandokmeci.com)

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	iii
KISALTMALAR LİSTESİ / LIST OF ABBREVIATIONS .....	viii
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problemin Çerçevesi .....	1
1.2. Mevcut Yaklaşımın Sınırlılıkları.....	2
1.3. Araştırma Boşluğu, Çalışmanın Amacı ve Özgün Katkısı.....	3
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI.....</b>	<b>6</b>
2.1. KBRNP Müdahale Doktrinleri ve Sınırlılıkları .....	6
2.2. Sağlık Sistemi ve Toksikolojik Yanıt .....	7
2.3. İş Sürekliliği ve ISO 22301 Bağlamı .....	8
2.4. Dayanıklılık Mühendisliği ve Sosyo-Teknik Sistem Yaklaşımları .....	10
2.5. Bilişsel Sistemler, Durum Farkındalığı ve Karar Desteği.....	11
2.6. Parçalı Yaklaşımlar ve Entegre Çerçeve İhtiyacı.....	13
<b>3. KAVRAMSAL METODOLOJİ .....</b>	<b>16</b>
3.1. Araştırma Tasarımı ve Epistemolojik Konumlandırma .....	16
3.2. Kaynak Seçimi ve Literatür Sentezi Yaklaşımı .....	17
3.3. Analitik Entegrasyon Stratejisi .....	17
3.3.1. Fonksiyonel Ayrıştırma.....	18
3.3.2. Alanlar Arası Eşleştirme.....	18
3.3.3. Sistem Yeniden Bileşimi .....	18
3.4. Modelin İnşa Mantığı .....	19
3.4.1. Katmanlı Mimari .....	19
3.4.2. Ardışık Fakat Uyarlanabilir Operasyonel Zincir .....	19
3.4.3. Bilişsel Entegrasyon Katmanı.....	20
3.5. İş Sürekliliği Metriklerinin Kavramsal Genişletilmesi .....	20
3.6. Doğrulama Stratejisi .....	21
<b>4. 10 HALKALI KBRNP OPERASYONEL .....</b>	<b>23</b>
<b>DAYANIKLILIK MODELİ.....</b>	<b>23</b>
4.1. Modelin Genel Yapısı ve Varsayımları .....	23
4.2. Katmanlar: Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı .....	25
4.3. Halka 0: Karar Dayanıklılığı .....	27
4.4. Halka 1–4: Tehdit Tespiti, Risk Analizi, Sınırlandırma ve Maruziyet Azaltma.....	31
4.5. Halka 5–6: Dekontaminasyon ve Tıbbi Stabilizasyon.....	34
4.6. Halka 7–8: Altyapı Stabilizasyonu ve Operasyonel Süreklilik.....	36

4.7. Halka 9–10: Sistem Toparlanması ve Dayanıklılık Kültürü .....	39
4.8. Kavramsal Sınırlar ve Halkalar Arası Geçişler.....	41
<b>5. ISO 22301 İLE ENTEGRASYON VE KURUMSAL DAYANIKLILIK BOYUTU .....</b>	<b>44</b>
5.1. ISO 22301 Madde Yapısı ile Modelin Eşleştirilmesi.....	44
5.2. KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT’in Tanımlanması.....	46
5.3. Kurumsal Yönetişim, Roller ve Sorumluluklar .....	49
<b>6. GELECEK AMPİRİK ARAŞTIRMA GÜNDEMİ VE DOĞRULAMA YOL HARİTASI .....</b>	<b>52</b>
6.1. Neden Bir Gelecek Ampirik Gündem Gereklidir? .....	52
6.2. Önerilen Çok Aşamalı Doğrulama Tasarımı.....	52
6.3. Değerlendirme Boyutları ve Önerilen Ölçütler .....	54
6.4. Sınırlılıklar ve Yöntemsel Dikkat Noktaları.....	55
6.5. Gelecek Araştırmalar İçin Öncelikli Sorular .....	56
<b>7. ÖNERİLEN ÇERÇEVENİN KARŞILAŞTIRMALI KONUMLANDIRILMASI.....</b>	<b>58</b>
7.1. Temel Ayrım: Müdahale Kapasitesinden Karar Sürekliliğine .....	60
7.2. Daha Önce Parçalı Olan Alanların Bütünleştirilmesi .....	61
7.3. İş Sürekliliğinin Tehlikeye Özgü Bağlama Genişletilmesi .....	61
7.4. Karar Vermenin Sistem Fonksiyonu Olarak Konumlandırılması .....	62
7.5. Teorik ve Pratik Çıkarımlar .....	62
<b>8. SONUÇ .....</b>	<b>64</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>68</b>

## KISALTMALAR LİSTESİ / LIST OF ABBREVIATIONS

<b>Kısaltma / Abbreviation</b>	<b>Türkçe Açıklama</b>	<b>İngilizce Açıklama</b>
<b>AAR</b>	Olay Sonrası Değerlendirme	After Action Review
<b>AFAD</b>	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı	Disaster and Emergency Management Authority (Turkey)
<b>BCMS</b>	İş Sürekliliği Yönetim Sistemi	Business Continuity Management System
<b>BDM</b>	Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi	Cognitive Resilience Architecture (CRA)
<b>BIA</b>	İş Etki Analizi	Business Impact Analysis
<b>CBRN</b>	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer	Chemical, Biological, Radiological, Nuclear
<b>CBRNE</b>	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve	Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive
<b>CRA</b>	Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi	Cognitive Resilience Architecture
<b>ECDC</b>	Avrupa Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi	European Centre for Disease Prevention and Control
<b>GIS</b>	Coğrafi Bilgi Sistemi	Geographic Information System
<b>Halka 0</b>	Karar Dayanıklılığı (Bilişsel- Yönetimsel Omurga)	Ring 0 — Decision Resilience (Cognitive- Managerial Backbone)
<b>HAZMAT</b>	Tehlikeli Madde	Hazardous Material
<b>ICRC</b>	Uluslararası Kızılhaç Komitesi	International Committee of the Red Cross
<b>ISO</b>	Uluslararası Standardizasyon Örgütü	International Organization for Standardization
<b>KBRN</b>	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer	Chemical, Biological, Radiological, Nuclear (CBRN)
<b>KBRNP</b>	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve Patlayıcı	Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive (CBRNE)

<b>KBRNP-BIA</b>	KBRNP Bağlamına Uyarlanmış İş Etki Analizi	CBRNE-Adapted Business Impact Analysis
<b>KBRNP-RPO</b>	KBRNP Bağlamına Uyarlanmış Kurtarma Noktası Hedefi	CBRNE-Adapted Recovery Point Objective
<b>KBRNP-RTO</b>	KBRNP Bağlamına Uyarlanmış Kurtarma Süresi Hedefi	CBRNE-Adapted Recovery Time Objective
<b>NATO</b>	Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü	North Atlantic Treaty Organization
<b>OSB</b>	Organize Sanayi Bölgesi	Organized Industrial Zone
<b>KKE/PPE</b>	Kişisel Koruyucu Donanım	Personal Protective Equipment
<b>RPO</b>	Kurtarma Noktası Hedefi	Recovery Point Objective
<b>RTO</b>	Kurtarma Süresi Hedefi	Recovery Time Objective
<b>TERT</b>	Toksik Maruziyet Kurtarma Süresi	Toxic Exposure Recovery Time
<b>WHO</b>	Dünya Sağlık Örgütü	World Health Organization

## ÖZET

Bu çalışma, KBRNP — kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı — olay yönetiminde hâkim olan müdahale odaklı yaklaşımın güncel tehdit ortamını açıklamakta sınırlı kaldığını savunmakta ve KBRNP hazırlığını yalnızca maruziyeti önleme ekseninden çıkararak karar sürekliliği ve operasyonel dayanıklılık eksenine taşımaktadır. Sentetik biyoloji, insansız sistemler, çift kullanımlı teknolojiler, hibrit çatışmalar, endüstriyel tehlikeli madde olayları ve kritik altyapı bağımlılıkları, KBRNP riskini yalnızca askeri veya olay yeri müdahalesiyle sınırlı bir tehdit olmaktan çıkararak şehirler, sağlık sistemleri, endüstriyel tesisler ve temel hizmet ağları için çok katmanlı bir sistem riski hâline getirmektedir. Bu bağlamda çalışma, dayanıklılık mühendisliği, bilişsel sistemler, kritik altyapı dayanıklılığı ve ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yönetimi literatürlerini bütünleştirerek KBRNP olay yönetimi için karar merkezli, bilgi güdümlü ve iş sürekliliğiyle uyumlu bir operasyonel dayanıklılık mimarisi önermektedir.

Önerilen çerçeve, klasik “algılama–koruma–dekontaminasyon–tedavi” hattını genişleterek KBRNP yönetimini üç eşzamanlı katman üzerinden tanımlar: **Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı**. Bu yapı, **Halka 0 — Karar Dayanıklılığı** tarafından desteklenen 10 halkalı bir operasyonel dayanıklılık modeli içinde somutlaştırılmaktadır. Model; tehdit tespiti, risk analizi, sınırlandırma, maruziyet azaltma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu, operasyonel süreklilik, sistem toparlanması ve dayanıklılık kültürü aşamalarını tek bir sosyo-teknik mimari içinde ele almaktadır. Halka 0, bağımsız bir müdahale basamağı değil; tüm halkalar boyunca karar kalitesini, bilgi bütünlüğünü ve stratejik önceliklendirmeyi koruyan bilişsel-yönetimsel omurga olarak konumlandırılmaktadır.

Çalışmanın ikinci özgün katkısı, karar verme süreçlerini KBRNP yönetiminde destekleyici bir unsur olmaktan çıkarıp sistem performansını belirleyen temel bir fonksiyon olarak tanımlamasıdır. Bu amaçla Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi — Cognitive Resilience Architecture, CRA önerilmekte ve karar süreçleri durum farkındalığı → öngörü → karar → adaptif yanıt döngüsü içinde yapılandırılmaktadır. Bu yaklaşım, KBRNP olaylarında başarısızlığın yalnızca teknik kapasite veya kaynak eksikliğinden değil; bilgi akışının bozulması, karar yetkisinin belirsizleşmesi, kurumlar arası koordinasyonun kopması ve önceliklendirme kapasitesinin zayıflamasından da kaynaklanabileceğini görünür kılmaktadır.

Çalışmanın üçüncü katkısı, ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yaklaşımının KBRNP bağlamına uyarlanmasıdır. Bu doğrultuda **KBRNP-BIA, KBRNP-**

**RTO, KBRNP-RPO** ve özellikle **TERT — Toxic Exposure Recovery Time** kavramları önerilmektedir. TERT, klasik RTO hesaplamalarının çoğu zaman yeterince görünür kılmadığı sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı ile operasyonel yeniden devreye alma sürelerini bütünleştiren tamamlayıcı bir süreklilik parametresi olarak tanımlanmaktadır. Böylece çalışma, erken tespit ve sensör entegrasyonu, karar dayanıklılığı ve bilişsel mimari, kritik altyapı sürekliliği ile iş sürekliliği entegrasyonu arasındaki literatür boşluklarını tek bir kavramsal çerçevede birleştirmektedir. Önerilen model, ampirik olarak doğrulanmış nihai bir yöntem değil; Delphi çalışmaları, senaryo tabanlı tabletop egzersizleri, geriye dönük vaka analizleri ve kurumsal uygulamalarla sınanabilecek bir araştırma gündemi sunan kavramsal bir referans mimari olarak değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** KBRNP operasyonel sürekliliği · bilişsel dayanıklılık mimarisi · karar dayanıklılığı · karar zekâsı · bilgi mimarisi · ISO 22301 · iş sürekliliği yönetimi · KBRNP-BIA · KBRNP-RTO · TERT · kritik altyapı · dayanıklılık mühendisliği

## ABSTRACT

This study argues that the dominant response-oriented approach in CBRNE - chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive - incident management remains limited in explaining the contemporary threat environment. It reframes CBRNE preparedness by moving beyond an exposure-prevention paradigm toward decision continuity and operational resilience. Synthetic biology, unmanned systems, dual-use technologies, hybrid conflicts, industrial hazardous-material incidents, and critical infrastructure dependencies have transformed CBRNE risk from a primarily military or scene-based response issue into a multilayered systemic risk affecting cities, health systems, industrial facilities, and essential service networks. In this context, the study integrates resilience engineering, cognitive systems, critical infrastructure resilience, and ISO 22301-based business continuity management literature to propose a decision-centered, information-driven, and business-continuity-aligned operational resilience architecture for CBRNE incident management.

The proposed framework expands the classical “detect–protect–decontaminate–treat” sequence by defining CBRNE management through three simultaneous layers: Operational Capability, Information Architecture, and Decision Intelligence. This structure is operationalized through a 10-link operational resilience model supported by Link 0 - Decision Resilience. The model integrates threat detection, risk analysis, containment, exposure reduction, decontamination, medical stabilization, infrastructure stabilization, operational continuity, system recovery, and resilience culture within a single sociotechnical architecture. Link 0 is not positioned as an independent response step; rather, it functions as the cognitive-managerial backbone that preserves decision quality, information integrity, and strategic prioritization across all links.

The second original contribution of the study is its repositioning of decision-making from a supportive function in CBRNE management to a core determinant of system performance. To this end, the study proposes a Cognitive Resilience Architecture (CRA) and structures decision processes through the cycle of situational awareness → foresight → decision → adaptive response. This approach makes visible that failures in CBRNE incidents may result not only from insufficient technical capacity or resources, but also from disrupted information flows, unclear decision authority, breakdowns in inter-organizational coordination, and weakened prioritization capacity.

The third contribution of the study is the adaptation of ISO 22301-based business continuity thinking to the CBRNE context. Accordingly, the study proposes the concepts of CBRNE-BIA, CBRNE-RTO, CBRNE-RPO, and

particularly TERT - Toxic Exposure Recovery Time. TERT is defined as a complementary continuity parameter that integrates health stabilization, decontamination and site-safety clearance, and operational restart times, which are often insufficiently captured in conventional RTO calculations. Thus, the study brings together three major gaps in the literature within a single conceptual framework: early detection and sensor integration; decision resilience and cognitive architecture; and the integration of critical infrastructure continuity with business continuity. The proposed model is not presented as an empirically validated final method, but as a conceptual reference architecture that offers a research agenda to be tested through Delphi studies, scenario-based tabletop exercises, retrospective case analyses, and institutional applications.

**Keywords:** CBRNE operational continuity · cognitive resilience architecture · decision resilience · decision intelligence · information architecture · ISO 22301 · business continuity management · CBRNE-BIA · CBRNE-RTO · TERT · critical infrastructure · resilience engineering

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Problemin Çerçevesi

Bu çalışmada KBRNP kısaltması, kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı tehditleri kapsayacak biçimde kullanılmakta; uluslararası literatürde yaygın biçimde kullanılan CBRNE kavramının Türkçe karşılığı olarak ele alınmaktadır. KBRNP tehditleri, günümüz güvenlik ortamında artık yalnızca savaş alanlarıyla veya askeri savunma senaryolarıyla sınırlı değildir. Sentetik biyoloji, çift kullanımlı teknolojiler, insansız sistemler, hibrit çatışmalar, endüstriyel tehlikeli madde kazaları ve kritik altyapı bağımlılıkları, KBRNP riskini şehirler, sağlık sistemleri, endüstriyel tesisler ve temel hizmet ağları üzerinde etkili olabilen çok katmanlı bir sistem riski haline getirmiştir (North Atlantic Treaty Organization [NATO], 2022; International Committee of the Red Cross [ICRC], 2023; World Health Organization [WHO], 2009).

NATO'nun güncel KBRNP savunma politikası, tehdit ortamının yeni teknolojiler, hibrit güvenlik dinamikleri ve sivil kırılabilirlikler nedeniyle değiştiğini; bu nedenle yalnızca savunma ve müdahale kapasitesinin değil, aynı zamanda sivil hazırlık, dayanıklılık ve toparlanma kapasitesinin de merkezi önem taşıdığını vurgulamaktadır (NATO, 2022). Benzer biçimde ICRC ve WHO kaynakları, kimyasal ve tehlikeli madde olaylarının yalnızca kasıtlı kullanım veya çatışma senaryolarında değil; endüstriyel kazalar, ulaşım kazaları, altyapı arızaları ve halk sağlığı acilleri bağlamında da ciddi sağlık, güvenlik ve insani sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır (ICRC, 2023; WHO, 2009). Bu durum, KBRNP olaylarının yalnızca teknik müdahale kapasitesiyle değil, kurumların olay sırasında işlevlerini sürdürebilme, bilgi akışını koruyabilme ve karar süreçlerini kesintiye uğratmadan yönetebilme kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Kritik altyapı ve sağlık altyapısı literatürü de bu dönüşümü desteklemektedir. Sistematik derlemeler, kritik altyapıların giderek artan biçimde kademeli etkiler, sektörler arası bağımlılıklar, birleşik tehditler ve ağ temelli kırılabilirlikler altında değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Sänger et al., 2021). Sağlık altyapısı açısından ise dayanıklılık yalnızca fiziksel koruma, ekipman yeterliliği veya klinik müdahale kapasitesiyle açıklanamaz; organizasyonel stratejiler, bilgi akışı, kurumlar arası koordinasyon, personel güvenliği ve operasyonel süreklilik de sağlık sisteminin kriz altında işlevsel kalabilmesi için belirleyici unsurlardır (Wells et al., 2022).

Bu nedenle KBRNP hazırlığının yalnızca olay yeri müdahalesi, teknik dekontaminasyon veya tıbbi tedavi perspektifine indirgenmesi, tehdidin güncel sistemik niteliğini açıklamakta yetersiz kalmaktadır. KBRNP olaylarında

başarısızlık yalnızca maruziyetin önlenememesi değildir; aynı zamanda bilgi akışının bozulması, karar zincirinin kırılması, kritik işlevlerin sürdürülememesi ve kurumların operasyonel toparlanma kapasitesinin yetersiz kalmasıdır. Bu çalışma tam da bu noktadan hareketle, KBRNP olay yönetimini klasik müdahale zinciri mantığının ötesinde; karar sürekliliği, bilgi mimarisi ve iş sürekliliği ile bütünleşen bir operasyonel dayanıklılık problemi olarak yeniden çerçevelemektedir.

## **1.2. Mevcut Yaklaşımın Sınırlılıkları**

Literatürdeki hâkim KBRNP yaklaşımı, büyük ölçüde tespit, koruma, dekontaminasyon ve tıbbi yönetim ekseninde ilerleyen doğrusal bir müdahale zinciri üzerinden yapılandırılmaktadır (ICRC, 2023; NATO, 2022, Dökmeci, 2025). Bu yaklaşım, olay yeri güvenliği, kontaminasyonun sınırlandırılması, mağdurların dekontaminasyonu ve akut klinik yönetim açısından vazgeçilmez bir temel sunmaktadır. Bununla birlikte, güncel tehdit ortamının sistemik niteliği dikkate alındığında, yalnızca müdahale zincirine dayalı bu yaklaşımın üç temel sınırlılığı bulunmaktadır.

İlk sınırlılık, mevcut KBRNP doktrinlerinin tehdidi çoğunlukla maruziyet, kontaminasyon ve olay yeri sonuçları düzeyinde kavramsallaştırmasıdır. Bu çerçevede temel başarı ölçütü, çoğu zaman maruziyetin azaltılması, kontaminasyonun sınırlandırılması ve yaralıların tıbbi olarak stabilize edilmesi üzerinden tanımlanmaktadır. Ancak bu yaklaşım, KBRNP olayından etkilenen kurumların, sağlık sistemlerinin, endüstriyel tesislerin ve kritik altyapıların olay sırasında ve sonrasında nasıl işlevsel kalacağı sorusunu ikincil planda bırakmaktadır. Oysa dayanıklılık mühendisliği literatürü, güvenliğin yalnızca başarısızlıkların önlenmesiyle değil; sistemlerin beklenen ve beklenmeyen koşullar altında temel işlevlerini sürdürebilme, uyarlanabilme ve toparlanabilme kapasitesiyle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Hollnagel et al., 2006; Hollnagel, 2014; Righi et al., 2015). Bu nedenle KBRNP yönetiminin yalnızca “zararı azaltma” değil, aynı zamanda “kritik işlevleri sürdürme” problemi olarak ele alınması gerekmektedir.

İkinci sınırlılık, karar süreçleri ve bilgi akışının çoğu KBRNP modelinde destekleyici unsurlar olarak görülmesi; ancak modelin merkezine yerleştirilmemesidir. NATO’nun sivil-asker iş birliği rehberleri, KBRNP olaylarında erken bilgi paylaşımı, birlikte çalışabilir komuta-kontrol-bilgi sistemleri ve ortak operasyon resmi oluşturmanın önemini açık biçimde ortaya koymaktadır (NATO, 2020). Buna rağmen sensör verisi, toksikolojik risk analizi, sağlık sistemi kapasitesi, saha gözlemleri, kritik altyapı durumu ve iş sürekliliği önceliklerinin tek bir karar mimarisi içinde nasıl bütünleştirileceği çoğu modelde

açık biçimde tanımlanmamaktadır. Durum farkındalığı literatürü ise etkili karar vermenin yalnızca bilgiye erişimle değil; bilginin algılanması, anlamlandırılması ve geleceğe yönelik sonuçlarının öngörülmesiyle mümkün olduğunu göstermektedir (Endsley, 1995, 2018). Bu açıdan KBRNP olaylarında temel sorunlardan biri yalnızca veri eksikliği değil; farklı veri kaynaklarının zaman baskısı altında güvenilir, önceliklendirilmiş ve eyleme dönüştürülebilir kararlara çevrilememesidir.

Üçüncü sınırlılık, KBRNP müdahale doktrinleri ile iş sürekliliği, operasyonel dayanıklılık ve kritik altyapı yönetimi literatürü arasında sistematik bir köprüün yeterince kurulamamış olmasıdır. ISO 22301, iş sürekliliği yönetim sistemi için kuruluş bağlamının tanımlanması, risklerin değerlendirilmesi, iş etki analizi, yanıt kapasitesi, toparlanma planlaması ve sürekli iyileştirme süreçlerini kapsayan genel bir çerçeve sunmaktadır (International Organization for Standardization [ISO], 2019). Bununla birlikte, business continuity, operational resilience ve organizational resilience arasındaki ayrımları tartışan güncel çalışmalar, klasik BCMS yaklaşımının bağlama duyarlı biçimde genişletilmesi gerektiğini göstermektedir (Galaitis et al., 2023). KBRNP bağlamında bu ihtiyaç daha da belirgindir; çünkü toksikolojik iyileşme, alan güvenliği onayı, dekontaminasyon sonrası yeniden işletmeye alma, personel geri dönüşü, tıbbi stabilizasyon süresi ve kritik altyapı bağımlılıkları gibi değişkenler standart iş sürekliliği parametrelerinde açık biçimde temsil edilmemektedir.

Bu üç sınırlılık birlikte değerlendirildiğinde, mevcut KBRNP yaklaşımının güçlü bir teknik müdahale zemini sunduğu; ancak karar sürekliliği, bilgi mimarisi, kritik işlevlerin korunması ve kurumsal toparlanma boyutlarını çoğu zaman parçalı veya örtük biçimde ele aldığı görülmektedir (Galaitis et al., 2023; Hollnagel, 2014; Righi et al., 2015). Dolayısıyla güncel KBRNP risk ortamı, yalnızca olay yerine odaklanan doğrusal müdahale modellerinden daha fazlasını gerektirmektedir. Gereken şey, tehdit tespitinden tıbbi stabilizasyona, kritik altyapı sürekliliğinden iş sürekliliğine ve kurumsal öğrenmeye kadar uzanan süreci karar merkezli, bilgi güdümlü ve operasyonel dayanıklılık odaklı bütünleşik bir mimari içinde ele almaktır.

### **1.3. Araştırma Boşluğu, Çalışmanın Amacı ve Özgün Katkısı**

Mevcut literatür birlikte değerlendirildiğinde, KBRNP olay yönetimi alanında önemli fakat parçalı bir bilgi birikimi bulunduğu görülmektedir. KBRNP müdahale doktrinleri tespit, koruma, dekontaminasyon ve tıbbi yönetim süreçlerini ayrıntılı biçimde ele almakta; sağlık sistemi hazırlığı literatürü triyaj, klinik kapasite, personel güvenliği ve kurum içi koordinasyon konularına odaklanmakta; kritik altyapı dayanıklılığı çalışmaları karşılıklı bağımlılıklar,

kademeli etkiler ve altyapı sürekliliğini tartışmakta; durum farkındalığı ve karar desteği literatürü ise yüksek belirsizlik altında algılama, anlamlandırma, öngörü ve karar verme süreçlerini açıklamaktadır. İş sürekliliği yönetimi literatürü ise ISO 22301 çerçevesinde kurumların yıkıcı olaylara hazırlanması, yanıt vermesi ve kabul edilebilir sürelerde kritik işlevlerini yeniden sürdürebilmesi için sistematik bir yönetim dili sunmaktadır (Galaitis et al., 2023; Sanger et al., 2021; NATO, 2022).

Bununla birlikte, bu bilgi alanları çoğu zaman birbirinden ayrı literatür kümeleri içinde ele alınmaktadır. Erken tespit ve sensör entegrasyonu, toksikolojik ve klinik yanıt, kritik altyapı sürekliliği, karar üstünlüğü, bilişsel mimari ve iş sürekliliği yönetimi arasında güçlü kavramsal bağlantılar bulunmasına rağmen, bu bağlantıları tek bir operasyonel süreklilik mimarisi içinde bütünleştiren çalışmalar sınırlıdır. Başka bir ifadeyle, mevcut literatür KBRNP olaylarında “ne yapılacağına” ilişkin güçlü bileşenler sunmakta; ancak bu bileşenlerin hangi bilgi akışıyla, hangi karar mantığıyla ve hangi süreklilik hedefleriyle bütünleştirileceği konusunda yeterince bütüncül bir çerçeve sağlamamaktadır.

Bu alışma, söz konusu araştırma boşluğundan hareketle KBRNP olay yönetimini geleneksel doğrusal müdahale zinciri mantığından çıkararak, karar merkezli, bilgi güdümlü ve iş sürekliliğiyle bütünleşik bir operasyonel dayanıklılık mimarisi olarak yeniden çerçevelemeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda alışma, KBRNP hazırlığını yalnızca maruziyeti önleme, kontaminasyonu sınırlama veya akut tıbbi müdahale kapasitesi üzerinden değil; kontaminasyon gerçekleşse bile sistemlerin kritik işlevlerini sürdürebilme, karar süreçlerini koruyabilme, bilgi akışını kesintiye uğratmadan yönetebilme ve güvenli biçimde toparlanabilme kapasitesi üzerinden ele almaktadır. Bu yaklaşım, dayanıklılık mühendisliğinin sistemlerin beklenen ve beklenmeyen koşullar altında işlevlerini sürdürebilme kapasitesine yaptığı vurgu ile uyumludur (Hollnagel et al., 2006; Hollnagel, 2014; Righi et al., 2015).

Çalışmanın özgün katkısı üç düzeyde yapılandırılmaktadır. İlk olarak, KBRNP olay yönetimi için Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi adı verilen kavramsal bir üst çerçeve önerilmektedir. Bu mimari, KBRNP olaylarını yalnızca teknik müdahale veya klinik yanıt problemi olarak değil; karar sürekliliği, bilgi mimarisi ve operasyonel dayanıklılık problemi olarak ele almaktadır. Böylece alışma, KBRNP hazırlığını “maruziyeti önleme” ekseninden “kritik işlevleri sürdürebilme ve karar zincirini koruyabilme” eksenine taşıyan kavramsal bir paradigma değişimi önermektedir.

İkinci olarak, bu üst mimarinin operasyonel temsili olarak Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli geliştirilmektedir. Model,

erken tespit, risk analizi, sınırlandırma, maruziyet azaltma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu, operasyonel süreklilik, sistem toparlanması ve dayanıklılık kültürü aşamalarını; her aşamada Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı katmanlarıyla birlikte ele almaktadır. Halka 0 olarak tanımlanan Karar Dayanıklılığı, bu modelde bağımsız bir operasyonel adım değil; tüm halkaların üzerinde işleyen bilişsel ve yönetsel omurga olarak konumlandırılmaktadır. Bu yapı, dayanıklılık mühendisliği, durum farkındalığı ve karar desteği literatürlerini KBRNP olay yönetimiyle bütünleştirmektedir (Endsley, 1995, 2018; Galaitsi et al., 2023).

Üçüncü olarak çalışma, ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yaklaşımını KBRNP bağlamına uyarlayarak KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT gibi bağlama özgü süreklilik kavramları için kavramsal bir temel sunmaktadır. Bu kavramlar, klasik iş sürekliliği parametrelerinin çoğu zaman yeterince görünür kılmadığı toksikolojik iyileşme, alan güvenliği onayı, dekontaminasyon sonrası yeniden işletmeye alma, tıbbi stabilizasyon ve kritik altyapı bağımlılıkları gibi değişkenleri süreklilik yönetimi içine dahil etmeyi amaçlamaktadır. Özellikle TERT — Toxic Exposure Recovery Time, RTO'nun yerine geçen bir metrik olarak değil; KBRNP bağlamında RTO hesaplamasını toksikolojik ve güvenlik temelli gecikmelerle tamamlayan kavramsal bir süreklilik parametresi olarak önerilmektedir (Galaitsi et al., 2023; ISO, 2019).

Bu doğrultuda çalışma, ampirik olarak doğrulanmış nihai bir model sunma iddiasından çok, gelecekte Delphi çalışmaları, senaryo tabanlı tabletop egzersizleri, geriye dönük vaka analizleri ve kurumsal uygulama testleriyle sınanabilecek ampirik olarak değerlendirilebilir bir kavramsal mimari geliştirme iddiası taşımaktadır. Böylece bölüm, KBRNP olay yönetimini parçalı müdahale bileşenlerinden çıkararak; karar, bilgi, süreklilik ve öğrenme ekseninde bütünlüklü bir sosyo-teknik dayanıklılık yaklaşımı içinde yeniden konumlandırmaktadır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI

### 2.1. KBRNP Müdahale Doktrinleri ve Sınırlılıkları

Mevcut KBRNP doktrinleri ve hazırlık kılavuzları genel olarak tespit, koruma, dekontaminasyon, tıbbi yönetim ve sonuç yönetimi ekseninde yapılandırılmaktadır. Bu doktrinler, özellikle olay yeri güvenliğinin sağlanması, kontaminasyonun sınırlandırılması, müdahale personelinin korunması, kontamine mağdurların güvenli şekilde yönetilmesi ve akut klinik yanıtın organize edilmesi açısından vazgeçilmez bir operasyonel temel sunmaktadır. Bu nedenle KBRNP müdahale doktrinleri, olayın ilk fazında can kaybını azaltma, ikincil maruziyeti önleme ve müdahale kapasitesini koruma bakımından güçlü ve gerekli bir referans zemini oluşturmaktadır (ICRC, 2023; NATO, 2022).

NATO'nun 2022 KBRNP Savunma Politikası, KBRNP tehdit ortamının sentetik biyoloji, çift kullanımlı teknolojiler, insansız sistemler, hibrit tehditler ve sivil kırılğanlıklar nedeniyle genişlediğini ortaya koymakta; bu bağlamda sivil hazırlık, dayanıklılık ve toparlanma kapasitesinin önemini açık biçimde vurgulamaktadır (NATO, 2022). Benzer şekilde ICRC'nin KBRNP/HAZMAT tıbbi hazırlık materyalleri, kontamine mağdurların güvenli yönetimi, dekontaminasyon, sağlık çalışanlarının korunması ve tıbbi müdahale süreçlerine güçlü bir odak getirmektedir (ICRC, 2023). Bu kaynaklar, KBRNP olaylarının yalnızca askeri veya güvenlik eksenli değil, aynı zamanda sağlık sistemi, acil müdahale kapasitesi ve sivil koruma boyutlarıyla da ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Bununla birlikte, mevcut doktrinel yaklaşımın ağırlık merkezi hâlen büyük ölçüde olay yeri müdahalesi, maruziyetin sınırlandırılması ve sonuç yönetimi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu odak, akut müdahale açısından gerekli olmakla birlikte, KBRNP olaylarının güncel sistemik niteliğini bütünüyle açıklamak için yeterli değildir. Çünkü KBRNP olayları yalnızca kontaminasyonun kontrol altına alınması veya mağdurların tıbbi olarak stabilize edilmesiyle sona ermez; aynı zamanda sağlık sistemlerinin, endüstriyel tesislerin, kritik altyapıların, lojistik ağların ve kamu hizmetlerinin olay sırasında ve sonrasında nasıl işlevsel kalacağı sorusunu da gündeme getirir.

Bu noktada mevcut doktrinlerde üç sistem düzeyindeki boşluk belirginleşmektedir. Birincisi, kritik altyapı sürekliliği çoğu zaman olay yeri müdahalesinin tamamlayıcı bir unsuru olarak ele alınmakta; enerji, su, ulaşım, iletişim, sağlık hizmetleri ve tedarik zinciri gibi karşılıklı bağımlı sistemlerin KBRNP koşullarında nasıl sürdürüleceği ayrıntılı biçimde modellenmemektedir. İkincisi, karar mimarisi çoğu dokümanda açık bir sistem bileşeni olarak değil, komuta-kontrol süreçlerinin içinde örtük bir unsur olarak yer almaktadır. Oysa

KBRNP olaylarında sensör verisi, saha gözlemleri, toksikolojik değerlendirme, sağlık kapasitesi, alan güvenliği ve iş sürekliliği öncelikleri eş zamanlı olarak yorumlanmak zorundadır. Üçüncüsü, kurumsal toparlanma ve operasyonel süreklilik, çoğu müdahale doktrininde müdahale sonrası bir aşama olarak görülmekte; olayın erken fazından itibaren tasarlanması gereken dinamik bir süreklilik problemi olarak yeterince ele alınmamaktadır.

Dolayısıyla mevcut KBRNP doktrinleri, olay yeri güvenliği ve akut müdahale açısından güçlü bir temel sağlamakla birlikte, KBRNP olaylarının karar sürekliliği, bilgi mimarisi, kritik altyapı bağımlılıkları ve kurumsal toparlanma boyutlarını sınırlı biçimde bütünleştirmektedir. Bu nedenle KBRNP olay yönetimi, teknik müdahale kapasitesinin yanı sıra karar sürekliliği, bilgi mimarisi ve kurumsal toparlanma boyutlarıyla da ele alınmalıdır.

## **2.2. Sağlık Sistemi ve Toksikolojik Yanıt**

Sağlık sistemi ve toksikolojik yanıt literatürü, KBRNP maruziyeti sonrasında ortaya çıkan klinik ve operasyonel gereksinimleri ayrıntılı biçimde ele almaktadır. Bu literatürde triyaj, dekontaminasyon, antidot kullanımı, yoğun bakım kapasitesi, sağlık personelinin korunması, kontamine hasta akışının yönetimi ve ikincil maruziyetin önlenmesi temel hazırlık alanları olarak öne çıkmaktadır. Özellikle kimyasal ve tehlikeli madde olaylarında sağlık kurumlarının yalnızca tedavi edici kapasiteye değil; aynı zamanda güvenli giriş-çıkış düzeni, dekontaminasyon alanı organizasyonu, personel koruyucu donanımı, klinik önceliklendirme ve kurum içi koordinasyon kapasitesine de sahip olması gerekmektedir (ICRC, 2023; WHO, 2009).

WHO'nun kimyasal olayların halk sağlığı yönetimine ilişkin kılavuzu, kimyasal maruziyetlerin yalnızca bireysel klinik sonuçlar üretmediğini; aynı zamanda halk sağlığı, acil sağlık hizmetleri, hastane yönetimi ve kurumlar arası koordinasyon açısından çok boyutlu bir hazırlık gerektirdiğini göstermektedir (WHO, 2009). Benzer şekilde ICRC'nin güncel KBRNP/HAZMAT tıbbi hazırlık materyalleri, kontamine mağdurların güvenli yönetimi, dekontaminasyonun tıbbi akışla bütünleştirilmesi, sağlık çalışanlarının korunması ve olay sırasında sağlık hizmetinin sürekliliğinin korunması gerektiğini vurgulamaktadır (ICRC, 2023). Bu yaklaşım, KBRNP olaylarında sağlık sisteminin yalnızca “tedavi eden” değil, aynı zamanda kontaminasyonun yayılmasını önleyen, hasta akışını yöneten ve klinik kapasiteyi koruyan kritik bir operasyonel düğüm olduğunu göstermektedir.

Daha yakın tarihli sistematik derlemeler de hastane tabanlı KBRNP hazırlığında ekipman standardizasyonu, personel eğitimi, olay-özümlü protokoller, özel triyaj ve dekontaminasyon kapasitesi, kurum içi iletişim ve sağlık çalışanlarının korunması gibi unsurların belirgin önem taşıdığını ortaya

koymaktadır (Qzih & Ahmad, 2024). Bu bulgular, sağlık sistemi hazırlığının yalnızca klinik uzmanlık veya teknik ekipman meselesi olmadığını; hazırlık, koordinasyon, rol netliği, bilgi akışı ve kapasite yönetimi gerektiren sosyo-teknik bir süreç olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, sağlık sistemi ve toksikolojik yanıt literatürünün önemli bir kısmı hâlen hastane, acil servis ve klinik müdahale ölçeğinde yoğunlaşmaktadır. Bu odak, akut hasta yönetimi açısından gerekli ve değerlidir; ancak KBRNP olaylarının sistemik etkilerini bütünüyle açıklamak için sınırlı kalmaktadır. Çünkü KBRNP maruziyeti, yalnızca hastaneye başvuran bireylerin tedavisiyle sınırlı değildir. Aynı zamanda hastane altyapısının güvenliği, personelin hizmete devam edebilmesi, yoğun bakım ve acil servis kapasitesinin korunması, laboratuvar ve görüntüleme süreçlerinin sürdürülebilmesi, ilaç ve antidot tedarikinin devamı, bilgi sistemlerinin çalışır kalması ve diğer kurumlarla karar akışının kesintisiz sürdürülmesi gibi süreklilik boyutlarını da içermektedir.

Bu nedenle sağlık sistemi hazırlığı, KBRNP bağlamında yalnızca “tıbbi yanıt kapasitesi” olarak değil, klinik bakım, hasta akışı, personel güvenliği, altyapı bağımlılıkları, bilgi yönetimi ve iş sürekliliği arasında kurulan bütünleşik bir dayanıklılık kapasitesi olarak değerlendirilmelidir. Mevcut literatür sağlık kurumlarının KBRNP olaylarına hazırlığında önemli klinik ve operasyonel bileşenleri tanımlamakta başarılıdır; ancak bu bileşenleri kritik altyapı bağımlılıkları, kurumlar arası karar mimarisi ve iş sürekliliği yönetimiyle aynı model içinde birleştiren çalışmalar sınırlıdır (ICRC, 2023; Qzih & Ahmad, 2024; WHO, 2009).

Dolayısıyla bu literatürün asıl sınırı, klinik hazırlık ile sistem düzeyindeki süreklilik arasındaki köprüyü kuramamasıdır. Sağlık sisteminin dayanıklılığı yalnızca tedavi kapasitesiyle değil; bilgi akışını ve kritik işlevleri kontamine ortamda sürdürebilmesiyle ölçülmelidir.

### **2.3. İş Sürekliliği ve ISO 22301 Bağlamı**

İş sürekliliği yönetimi literatürü, kuruluşların yıkıcı olaylar karşısında kritik ürün ve hizmetlerini kabul edilebilir düzeylerde sürdürebilmesi veya belirlenmiş süreler içinde yeniden işler hâle getirebilmesi için sistematik bir yönetim çerçevesi sunmaktadır. ISO 22301, bu bağlamda kuruluşun bağlamının belirlenmesi, risk ve etki analizlerinin yapılması, iş etki analizi — Business Impact Analysis, BIA — süreçlerinin yürütülmesi, kurtarma zamanı hedeflerinin — Recovery Time Objective, RTO — tanımlanması, toparlanma stratejilerinin geliştirilmesi, performansın izlenmesi ve sürekli iyileştirme mekanizmalarının işletilmesi için uluslararası düzeyde kabul gören bir iş sürekliliği yönetim sistemi

yaklaşımı sağlamaktadır (International Organization for Standardization [ISO], 2019).

Bu literatür, iş sürekliliğini yalnızca teknik bir toparlanma veya belge temelli planlama faaliyeti olarak değil, kuruluşun stratejik, operasyonel ve bilgiye dayalı karar kapasitesiyle ilişkili daha geniş bir dayanıklılık alanı olarak ele almaktadır. Niemimaa'nın bilgi sistemleri perspektifinden geliştirdiği bütünleştirici çerçeve, iş sürekliliğinin veri, bilgi sistemleri, süreç bağımlılıkları ve kurumsal yanıt kapasitesiyle birlikte düşünülmesi gerektiğini göstermektedir (Niemimaa, 2015). Galaitsi ve arkadaşlarının business continuity management, operational resilience ve organizational resilience ayrımını sistematize eden çalışması ise iş sürekliliği yönetiminin daha geniş bir operasyonel ve organizasyonel dayanıklılık tartışması içinde konumlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır (Galaitis et al., 2023). Bu açıdan ISO 22301, yalnızca kriz sonrası toparlanma için değil, aynı zamanda olay öncesi hazırlık, olay sırasındaki karar verme ve olay sonrası öğrenme süreçlerini birbirine bağlayan bir yönetim dili sağlamaktadır.

Bununla birlikte, mevcut iş sürekliliği literatürünün önemli bir bölümü BT kesintileri, siber olaylar, tedarik zinciri bozulmaları, pandemi, doğal afetler veya genel kriz yönetimi bağlamlarında gelişmiştir. Bu çalışmalar iş sürekliliği yönetimi için güçlü bir kavramsal ve operasyonel zemin sağlamakla birlikte, KBRNP olaylarının kendine özgü toksikolojik, biyolojik, radyolojik ve güvenlik temelli dinamiklerini çoğu zaman açık parametreler olarak ele almamaktadır. KBRNP bağlamında kesinti yalnızca bir sistemin, binanın, veri tabanının veya tedarik zincirinin devre dışı kalması anlamına gelmez; aynı zamanda alanın kontamine olması, personelin güvenli erişiminin kısıtlanması, sağlık stabilizasyonunun beklenmesi, dekontaminasyon ve güvenlik onayının tamamlanması, kritik ekipman ve altyapının yeniden güvenli biçimde işletmeye alınması gibi çok boyutlu koşulları içerir.

Bu nedenle klasik BIA, RTO ve RPO gibi iş sürekliliği parametrelerinin KBRNP bağlamında doğrudan ve değişmeden uygulanması sınırlı kalabilir. Örneğin klasik RTO, bir işlevin ne kadar sürede yeniden başlatılması gerektiğini tanımlarken, KBRNP olaylarında bu süre yalnızca teknik yeniden başlatma kapasitesiyle belirlenmez. Sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyon tamamlanma süresi, alan güvenliği onayı, personelin güvenli geri dönüşü, çevresel izleme sonuçları ve düzenleyici gereklilikler de toparlanma zamanını belirleyen temel değişkenler hâline gelir. Benzer şekilde RPO, yalnızca veri kaybı toleransı ile sınırlı değildir; sensör verisi, laboratuvar sonuçları, komuta-kontrol kayıtları, hasta izlem verileri ve saha gözlemlerinin güvenilir biçimde korunması ve karar süreçlerine aktarılmasıyla da ilişkilidir.

Bu çerçevede ISO 22301'in KBRNP bağlamında kullanımı mümkündür; ancak standardın genel yönetim sistemi mantığının KBRNP'ye özgü maruziyet, kontaminasyon, sağlık stabilizasyonu, alan güvenliği ve operasyonel yeniden devreye alma gereksinimleriyle genişletilmesi gerekir. Bu çalışma bu ihtiyaca yanıt olarak, ilerleyen bölümlerde KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT — Toxic Exposure Recovery Time kavramlarını önermektedir. Bu kavramlar, ISO 22301'in yerine geçen ayrı bir sistem değil; standardın KBRNP koşullarında daha gerçekçi, ölçülebilir ve karar süreçlerine entegre biçimde uygulanmasını sağlayan bağlama duyarlı süreklilik uzantıları olarak ele alınmaktadır (Galaitis et al., 2023; ISO, 2019; Niemimaa, 2015).

#### **2.4. Dayanıklılık Mühendisliği ve Sosyo-Teknik Sistem Yaklaşımları**

Dayanıklılık mühendisliği yazını, güvenliği yalnızca hata, arıza veya olumsuz olayların önlenmesi üzerinden değil; sistemlerin değişken, belirsiz ve beklenmedik koşullar altında temel işlevlerini sürdürebilme, uyarlanabilme ve toparlanabilme kapasitesi üzerinden değerlendirmektedir. Bu yaklaşımda güvenlik, yalnızca “neyin yanlış gittiği” sorusuyla değil, sistemlerin baskı altında “nasıl işlevsel kalabildiği” sorusuyla da ilişkilendirilir. Dolayısıyla dayanıklılık mühendisliği, yüksek riskli ortamlarda performansın, karar verme kapasitesinin, kaynak kullanımının ve adaptif yanıtların birlikte ele alınmasını gerektiren sosyo-tekni bir çerçeve sunmaktadır (Hollnagel, 2014; Righi et al., 2015; Woods, 2015).

Righi, Saurin ve Wachs'ın sistematik literatür taraması, dayanıklılık mühendisliği alanının 2006–2014 döneminde farklı araştırma eksenleri etrafında geliştiğini ve özellikle karmaşık sistemlerde güvenlik, adaptasyon, öğrenme ve performans değişkenliği gibi temaların öne çıktığını göstermektedir (Righi et al., 2015). Patriarca ve arkadaşlarının geniş ölçekli incelemesi ise dayanıklılık mühendisliğinin yalnızca teorik bir güvenlik yaklaşımı olmadığını; karmaşık sosyo-tekni sistemlerde güvenlik ve performansı birlikte değerlendirmek için olgunlaşan bir analitik alan sunduğunu ortaya koymaktadır (Patriarca et al., 2018). Bu literatür, özellikle beklenmeyen durumlarda sistemlerin yalnızca prosedürlere bağlı kalarak değil, değişen koşulları algılayarak, anlamlandırarak ve yanıtlarını uyarlayarak ayakta kalabildiğini vurgulamaktadır.

Bu bakış açısı KBRNP olay yönetimi açısından özellikle önemlidir. Çünkü KBRNP olayları, yalnızca tekni bir tehlike veya akut müdahale problemi değildir; yüksek belirsizlik, zaman baskısı, çok aktörlü koordinasyon, eksik veya çelişkili bilgi, kademeli etkiler, sağlık sistemi yükü ve kritik altyapı bağımlılıkları içeren karmaşık sosyo-tekni olaylardır. Böyle bir ortamda sistem performansı, yalnızca sensörlerin çalışmasına, dekontaminasyon kapasitesine veya klinik

müdahale yeterliliğine bağlı değildir. Aynı zamanda kurumların bilgi akışını sürdürebilmesine, karar süreçlerini koruyabilmesine, kaynakları yeniden önceliklendirebilmesine ve kritik işlevlerini değişen koşullara göre uyarlayabilmesine bağlıdır.

Bu nedenle dayanıklılık mühendisliği, KBRNP olay yönetimini klasik doğrusal müdahale zincirinden çıkararak daha dinamik bir sistem mantığıyla ele alma imkânı sunmaktadır. Geleneksel modeller çoğunlukla tespit, koruma, dekontaminasyon ve tedavi aşamalarını ardışık biçimde tanımlarken; dayanıklılık mühendisliği bu aşamaların her birinde geri besleme, yeniden önceliklendirme, öğrenme ve adaptif karar verme süreçlerinin bulunduğunu kabul eder. Bu yönüyle dayanıklılık mühendisliği, bu çalışmada önerilen Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı katmanlarının kuramsal temelini güçlendirmektedir.

Bununla birlikte, mevcut dayanıklılık mühendisliği literatürünün uygulama alanları çoğu zaman havacılık, sağlık hizmetleri, nükleer güvenlik, enerji sistemleri ve endüstriyel süreç güvenliği gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmalar KBRNP yönetimi açısından önemli kavramsal araçlar sunsa da, karar sürekliliği, bilgi mimarisi, toksikolojik maruziyet dinamikleri, kritik altyapı bağımlılıkları ve iş sürekliliği hedeflerini aynı model içinde bütünlükten KBRNP'ye özgü çerçeveler hâlâ sınırlıdır (Hollnagel, 2014; Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015).

Dayanıklılık mühendisliği bu çalışmada tam da bu işlevi üstlenmektedir: KBRNP yönetimini müdahale kapasitesinden sistem işlevselliğine, statik protokolden adaptif karar süreçlerine taşıyan kuramsal zemin olarak.

## **2.5. Bilişsel Sistemler, Durum Farkındalığı ve Karar Desteği**

Bilişsel sistemler literatürü, yüksek riskli ve dinamik ortamlarda etkili karar vermenin yalnızca bilgiye erişimle değil; bilginin algılanması, anlamlandırılması, geleceğe yönelik sonuçlarının öngörülmesi ve eyleme dönüştürülmesiyle mümkün olduğunu göstermektedir. Endsley'nin durum farkındalığı yaklaşımı bu süreci üç temel düzeyde açıklamaktadır: çevredeki unsurların algılanması, bu unsurların mevcut durum açısından anlamlandırılması ve gelecekteki olası durumların öngörülmesi (Endsley, 1995, 2018). Bu yaklaşım, havacılık, sağlık hizmetleri, savunma, afet yönetimi ve yüksek güvenliktir endüstriyel sistemler gibi karmaşık ortamlarda karar kalitesini değerlendirmek, kullanıcı arayüzlerini tasarlamak ve karar destek sistemlerini geliştirmek için yaygın biçimde kullanılmaktadır.

KBRNP olay yönetimi açısından durum farkındalığı özel bir önem taşımaktadır. Çünkü bu tür olaylarda karar vericiler çoğu zaman eksik, gecikmiş,

çelişkili veya hızla değişen bilgilerle hareket etmek zorundadır. Sensör verileri, saha gözlemleri, ajan türü, yayılım modelleri, meteorolojik koşullar, kontamine alan sınırları, sağlık sistemi kapasitesi, altyapı durumu, halk davranışı ve iş sürekliliği öncelikleri eş zamanlı olarak değerlendirilmelidir. Bu nedenle KBRNP bağlamında karar kalitesi, yalnızca veri miktarına değil; farklı veri kaynaklarının güvenilirlik derecesine, zaman baskısı altında yorumlanabilmesine ve operasyonel önceliklere dönüştürülebilmesine bağlıdır.

Son dönem çalışmalar, KBRNP bağlamında makine öğrenimi tabanlı karar desteği, tahmine dayalı analitik, sensör verisi entegrasyonu ve düşük kademelerde durum farkındalığını artırmaya yönelik sistemlere ilginin arttığını göstermektedir. Keyges ve arkadaşlarının çalışması, modern KBRNP korumasında makine öğrenimi destekli karar destek yaklaşımlarının tehdit değerlendirmesi, veri analizi ve operasyonel karar süreçlerine katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır (Keyges et al., 2024). Nemeth ve arkadaşlarının çalışması ise CBRN avoid-and-protect görevlerinde karar süresi ile uygulama süresi arasındaki aralığın azaltılmasının kritik olduğunu; bu nedenle karar destek sistemlerinin yalnızca bilgi sunmakla kalmayıp, zaman duyarlı operasyonel eylemleri desteklemesi gerektiğini vurgulamaktadır (Nemeth et al., 2024).

Bununla birlikte, KBRNP karar desteğine ilişkin mevcut çalışmalar çoğu zaman belirli görevler, belirli veri kaynakları veya belirli operasyonel aşamalar üzerinde yoğunlaşmaktadır. Sensör verisinin tehdit tespiti için kullanılması, yayılım modellerinin risk analizi için uygulanması veya makine öğrenimi tabanlı sistemlerin alarm yönetimini desteklemesi önemli katkılar sunmaktadır. Ancak bu bileşenlerin insan karar vericiler, komuta-kontrol yapıları, sağlık sistemi kapasitesi, kritik altyapı durumu ve iş sürekliliği öncelikleriyle tek bir bilişsel mimari içinde nasıl bütünleştirileceği hâlâ yeterince açık değildir. Özellikle insan-yapay zekâ ekip çalışması, açıklanabilirlik, güven kalibrasyonu, otomasyon yanlılığı, veri güvenilirliği ve karar sorumluluğu gibi konular KBRNP bağlamında gelişmekte olan araştırma alanlarıdır.

Bu nedenle KBRNP olaylarında karar desteği yalnızca algoritmik çıktı üreten teknik bir araç olarak düşünülmemelidir. Karar desteği; sensörlerden, saha ekiplerinden, klinik birimlerden, altyapı operatörlerinden ve iş sürekliliği ekiplerinden gelen bilgileri ortak bir operasyonel anlam alanına dönüştüren sosyo-teknik bir kapasite olarak ele alınmalıdır. Bu kapasite, veriyi yalnızca görünür kılmakla kalmamalı; belirsizlik altında önceliklendirme, senaryo karşılaştırma, kaynak tahsisi, eylem seçimi ve adaptif yanıt üretme süreçlerini de desteklemelidir.

Bu çalışma kapsamında kullanılan **Karar Zekâsı** kavramı, bu gereksinimi karşılamak üzere geniş anlamda ele alınmaktadır. Karar Zekâsı yalnızca yapay zekâ veya algoritmik karar desteği anlamına gelmemektedir. Bu kavram; veri yorumlama, risk önceliklendirme, senaryo karşılaştırma, uzman yargısı, komuta-kontrol koordinasyonu, insan-yapay zekâ etkileşimi ve adaptif eylem seçimini birleştiren sosyo-teknik karar kapasitesini ifade etmektedir. Bu yönüyle Karar Zekâsı, Operasyonel Yetenek ve Bilgi Mimarisi arasında köprü kurarak KBRNP olay yönetiminde karar sürekliliğinin korunmasına hizmet etmektedir.

Bu literatür çalışmanın bilişsel eksenini doğrudan beslemektedir: karar verme, veri toplamaktan değil verinin anlamlandırılmasından başlar; KBRNP bağlamındaki temel kırılma da tam olarak bu noktadadır.

## **2.6. Parçalı Yaklaşımlar ve Entegre Çerçeve İhtiyacı**

Yukarıda değerlendirilen literatür birlikte ele alındığında, KBRNP olay yönetimine ilişkin bilgi birikiminin tamamen dağınık olmadığı; ancak farklı disiplinler içinde kümelenmiş, sınırlı ölçüde etkileşim kuran parçalı yaklaşımlar biçiminde geliştiği görülmektedir. Bu literatür beş ana tema etrafında yapılandırılabilir: KBRNP operasyonel sürekliliği, bilişsel dayanıklılık, karar zekâsı, bilgi mimarisi ve iş sürekliliği yönetimi. Bu temalar, KBRNP olaylarının yalnızca teknik müdahale veya klinik yanıt sorunu olmadığını; aynı zamanda bilgi akışı, karar verme, kritik altyapı sürekliliği, kurumsal toparlanma ve öğrenme kapasitesiyle ilişkili karmaşık bir sosyo-teknik sistem problemi olduğunu göstermektedir.

Birinci tema olan KBRNP operasyonel sürekliliği, tespit, koruma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon ve sonuç yönetimi gibi temel müdahale işlevlerini kapsamaktadır. Bu alan, olayın akut fazında can kaybını azaltmak, ikincil maruziyeti önlemek ve müdahale kapasitesini korumak açısından güçlü bir doktrinel zemin sunmaktadır. Ancak bu birikim, çoğu zaman olay yeri ve akut müdahale düzeyinde yoğunlaşmakta; kurumların, altyapıların ve hizmet sistemlerinin olay sırasında nasıl işlevsel kalacağı sorusunu sınırlı biçimde ele almaktadır.

İkinci tema olan bilişsel dayanıklılık, yüksek belirsizlik, zaman baskısı ve eksik bilgi altında karar süreçlerinin nasıl sürdürülebileceğiyle ilişkilidir. Bu tema, KBRNP olaylarında karar kalitesinin yalnızca teknik kapasiteye değil; algılama, anlamlandırma, öngörü, önceliklendirme ve adaptif yanıt üretme yeteneğine de bağlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bilişsel dayanıklılık çoğu KBRNP modelinde açık bir mimari katman olarak değil, komuta-kontrol veya karar desteği içinde örtük bir unsur olarak kalmaktadır.

Üçüncü tema olan karar zekâsı, sensör verisi, saha gözlemi, toksikolojik analiz, sağlık kapasitesi, altyapı durumu ve iş sürekliliği önceliklerinin karar verilebilir bilgiye dönüştürülmesini ifade eder. Son yıllarda tahmine dayalı analitik, makine öğrenimi tabanlı karar desteği, olasılıksal karar modelleri ve yapay zekâ destekli orkestrasyon gibi yaklaşımlar bu alanda gelişmektedir (Kegyes et al., 2024). Ancak bu yaklaşımlar çoğu zaman belirli görevler veya veri kaynakları etrafında kalmakta; insan-yapay zekâ etkileşimi, güven kalibrasyonu, açıklanabilirlik, karar sorumluluğu ve çok aktörlü komuta yapılarıyla bütünsel bir mimariye dönüşmekte henüz sınırlı kalmaktadır.

Dördüncü tema olan bilgi mimarisi, KBRNP olaylarında verinin toplanması, doğrulanması, bütünleştirilmesi, görselleştirilmesi ve karar süreçlerine aktarılmasıyla ilgilidir. Sensör ağları, ortak operasyon resmi, sağlık bilgi sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri, laboratuvar sonuçları, altyapı izleme verileri ve iş sürekliliği göstergeleri bu mimarinin temel bileşenlerini oluşturur. Ancak mevcut yaklaşımlarda bilgi mimarisi çoğu zaman teknik veri altyapısı olarak ele alınmakta; karar sürekliliği ve operasyonel süreklilik ile olan ilişkisi yeterince sistematik biçimde kurulmamaktadır.

Beşinci tema olan iş sürekliliği yönetimi, ISO 22301 çerçevesinde kurumların yıkıcı olaylara hazırlanması, kritik işlevlerini sürdürmesi, toparlanma hedeflerini belirlemesi ve sürekli iyileştirme döngülerini işletmesi için güçlü bir yönetim sistemi dili sağlamaktadır (Galaitis et al., 2023; ISO, 2019). Bununla birlikte, mevcut iş sürekliliği literatürü KBRNP'ye özgü toksikolojik iyileşme, alan güvenliği onayı, dekontaminasyon sonrası yeniden işletmeye alma, sağlık stabilizasyonu ve kritik altyapı bağımlılıkları gibi değişkenleri çoğu zaman açık süreklilik parametreleri olarak tanımlamamaktadır. Bu nedenle KBRNP bağlamında iş sürekliliği yönetiminin bağlama duyarlı metriklerle genişletilmesi gerekmektedir.

Bu beş tema birlikte değerlendirildiğinde, araştırma boşluğu üç düzeyde belirginleşmektedir. Birincisi, erken tespit, sensör verisi ve risk analizi çoğu zaman karar mimarisiyle tam olarak bütünleştirilmemektedir. Oysa KBRNP olaylarında verinin değeri, yalnızca toplanmasında değil; güvenilir, zamanında ve önceliklendirilmiş kararlara dönüştürülebilmesinde ortaya çıkar. İkincisi, bilişsel karar süreçleri, insan-yapay zekâ etkileşimi ve karar sorumluluğu KBRNP müdahale modellerinin merkezinde henüz yerleşik değildir. Bu durum, özellikle belirsizlik, zaman baskısı ve çok aktörlü koordinasyon gerektiren olaylarda karar sürekliliğini kırılgan hale getirebilir. Üçüncüsü, kurumsal dayanıklılık ve iş sürekliliği yönetimi, KBRNP'ye özgü toparlanma dinamikleriyle sınırlı ölçüde ilişkilendirilmektedir. Özellikle toksikolojik iyileşme, alan güvenliği, dekontaminasyon sonrası dönüş ve kritik işlevlerin

yeniden devreye alınması gibi süreçler mevcut süreklilik metriklerinde yeterince görünür değildir.

Dolayısıyla mevcut literatür, KBRNP olay yönetiminin temel bileşenlerini ayrı ayrı güçlü biçimde tanımlamakta; ancak bu bileşenleri tek bir karar merkezli, bilgi güdümlü ve iş sürekliliğiyle bütünleşik operasyonel dayanıklılık mimarisi içinde bir araya getirmekte sınırlı kalmaktadır. Tehdit tespiti, toksikolojik ve klinik yanıt, kritik altyapı sürekliliği, iş sürekliliği yönetimi, karar desteği ve kurumsal öğrenme süreçlerinin aynı mimari içinde bütünleştirilmesi bu nedenle güçlü bir araştırma ve uygulama ihtiyacı olarak ortaya çıkmaktadır (Galaitis et al., 2023; Kegyes et al., 2024; Mottahedi et al., 2021; Sanger et al., 2021).

Bu alışma, söz konusu boşluğu gidermek üzere KBRNP olay yönetimini **Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi** altında yeniden yapılandırmakta; bu üst mimariyi **Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli** ile operasyonelleştirmekte ve ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yaklaşımını KBRNP'ye özgü süreklilik metrikleriyle genişletmektedir. Böylece alışma, parçalı literatür kümeleri arasında kavramsal bir köprü kurarak, KBRNP yönetimini teknik müdahale zincirinden daha geniş bir sosyo-teknik dayanıklılık ve operasyonel süreklilik yaklaşımına taşımaktadır.

### 3. KAVRAMSAL METODOLOJİ

Bu çalışma, KBRNP operasyonel sürekliliği için bütünleşik bir kavramsal mimari geliştirmek amacıyla kavramsal ve bütünleştirici bir araştırma tasarımı benimsemektedir. Çalışma birincil ampirik verilere dayanmamakta; bunun yerine KBRNP doktrinleri, dayanıklılık mühendisliği, iş sürekliliği yönetimi, bilişsel sistemler teorisi ve kritik altyapı dayanıklılığı literatürünü bir araya getiren yapılandırılmış bir kavramsal sentez yaklaşımı kullanmaktadır.

Bu metodolojik tercih, çalışmanın amacıyla uyumludur. Amaç, belirli bir hipotezi test etmek veya mevcut bir modeli ampirik olarak doğrulamak değil; KBRNP olay yönetiminde dağınık biçimde ele alınan operasyonel yetenek, bilgi mimarisi, karar zekâsı ve iş sürekliliği bileşenlerini tek bir kavramsal mimari içinde bütünleştirmektir. Bu nedenle çalışma, ampirik geçerlilik iddiası taşıyan nihai bir model sunmaktan ziyade, gelecekte ampirik olarak sınanabilecek, uygulama alanlarında test edilebilecek ve kurumsal bağlamlara uyarlanabilecek açıklayıcı bir mimari geliştirmeyi hedeflemektedir.

#### 3.1. Araştırma Tasarımı ve Epistemolojik Konumlandırma

Bu çalışma, karmaşık sosyo-teknik sistemlerde teori geliştirme ve kavramsal modelleme araştırmaları geleneği içinde konumlanmaktadır. Bu tür çalışmalarda modeller, doğrudan hipotez testine dayalı olarak değil; farklı bilgi alanlarının, teorik yaklaşımların ve uygulama pratiklerinin analitik biçimde bütünleştirilmesi yoluyla geliştirilir.

KBRNP olayları bu yaklaşım için uygun bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Çünkü KBRNP olay yönetimi; yüksek belirsizlik, düşük sıklık-yüksek etki, etik ve operasyonel test kısıtları, çok aktörlü koordinasyon, zaman baskısı, kritik altyapı bağımlılıkları ve sağlık sistemi kırılganlıkları gibi özellikler taşır. Bu nedenle KBRNP bağlamında kontrollü deneysel çalışmalar çoğu zaman ya uygulanabilir değildir ya da etik ve operasyonel nedenlerle sınırlıdır.

Bu çalışma, bu sınırlılığı bir zayıflık olarak değil, kavramsal modelleme için bir gerekçe olarak ele almaktadır. KBRNP gibi yüksek riskli ve karmaşık alanlarda kavramsal modeller; olayları açıklamak, sistem bileşenleri arasındaki ilişkileri görünür kılmak, uygulama alanları için ortak bir karar dili oluşturmak ve gelecekteki ampirik çalışmalar için test edilebilir yapılar üretmek açısından değer taşır. Bu nedenle bu çalışmada önerilen mimari, ampirik olarak doğrulanmış nihai bir yöntem değil; gelecekte uzman değerlendirmesi, senaryo tabanlı egzersizler, geriye dönük vaka analizleri ve kurumsal uygulama testleriyle sınanabilecek kavramsal bir referans çerçeve olarak sunulmaktadır.

### 3.2. Kaynak Seçimi ve Literatür Sentezi Yaklaşımı

Bu çalışma sistematik derleme iddiası taşımamakta; bunun yerine yapılandırılmış ve disiplinler arası bir kavramsal sentez yaklaşımı benimsemektedir. Literatür seçimi, KBRNP operasyonel sürekliliğini açıklamak için kavramsal temsil gücü yüksek ve model geliştirme açısından işlevsel kaynaklara dayandırılmıştır.

Kaynaklar beş temel bilgi alanı etrafında değerlendirilmiştir:

#### 1. KBRNP doktrinleri ve operasyonel müdahale literatürü

NATO, ICRC ve WHO gibi kurumsal çerçeveler; tespit, koruma, dekontaminasyon, tıbbi yönetim, sivil hazırlık ve sonuç yönetimi açısından temel referanslar olarak kullanılmıştır.

#### 2. Dayanıklılık mühendisliği ve sosyo-teknik sistem teorisi

Sistem uyarlanabilirliği, performans değişkenliği, işlevsel süreklilik, geri besleme ve öğrenme kavramları üzerinden KBRNP olaylarının doğrusal müdahale zinciri dışında nasıl anlaşılacağı incelenmiştir.

#### 3. İş sürekliliği ve operasyonel dayanıklılık yaklaşımları

ISO 22301, BIA, RTO, RPO, operasyonel dayanıklılık ve organizasyonel dayanıklılık literatürü; KBRNP olaylarının kurumların kritik işlevleri üzerindeki etkisini açıklamak için değerlendirilmiştir.

#### 4. Bilişsel sistemler, durum farkındalığı ve karar verme teorisi

Algılama, anlamlandırma, öngörü, karar verme, insan-yapay zekâ etkileşimi ve karar destek sistemleri literatürü; KBRNP olaylarında karar sürekliliğinin nasıl korunabileceğini tartışmak için kullanılmıştır.

#### 5. Kritik altyapı dayanıklılığı ve bağımlılık analizi

Enerji, su, iletişim, ulaşım, sağlık ve endüstriyel altyapılar arasındaki karşılıklı bağımlılıklar; KBRNP olaylarının kademeli ve sistemik etkilerini değerlendirmek için ele alınmıştır.

Bu beş alan birbirinden bağımsız bilgi kümeleri olarak değil; KBRNP olaylarında operasyonel sürekliliğe katkıları açısından birlikte analiz edilmiştir. Bu yaklaşım, literatürdeki kavramsal örtüşmeleri, eksik bağlantıları ve entegrasyon fırsatlarını görünür kılmıştır.

### 3.3. Analitik Entegrasyon Stratejisi

Kavramsal sentez süreci üç aşamalı bir analitik entegrasyon stratejisi izlenerek yürütülmüştür: fonksiyonel ayrıştırma, alanlar arası eşleştirme ve sistem yeniden bileşimi.

### **3.3.1. Fonksiyonel Ayırıştırma**

İlk aşamada, KBRNP olaylarında operasyonel sürekliliğin sürdürülebilmesi için gerekli temel işlevler belirlenmiştir. Bu işlevler şunlardır:

- tehdit tespiti,
- risk yorumlama,
- maruziyet kontrolü,
- dekontaminasyon,
- tıbbi stabilizasyon,
- altyapı sürekliliği,
- operasyonel süreklilik,
- kurumsal toparlanma,
- öğrenme ve iyileştirme.

Bu ayırıştırma, KBRNP olay yönetiminin yalnızca akut müdahale aşamasından ibaret olmadığını; olay öncesi hazırlık, olay sırası karar verme, kritik işlevlerin korunması ve olay sonrası kurumsal öğrenme süreçlerini de içerdiğini göstermektedir.

### **3.3.2. Alanlar Arası Eşleştirme**

İkinci aşamada, belirlenen işlevler beş bilgi alanı ile eşleştirilmiştir. Bu eşleştirme sırasında şu sorulara yanıt aranmıştır:

- Hangi literatür alanı hangi KBRNP işlevini açıklamaktadır?
- Hangi işlevler mevcut literatürde güçlü biçimde temsil edilmektedir?
- Hangi işlevler parçalı veya örtük biçimde ele alınmaktadır?
- Karar süreçleri, bilgi akışı ve süreklilik hedefleri hangi noktalarda birbirinden kopmaktadır?
- Hangi kavramlar farklı disiplinler arasında köprü kurabilir?

Bu aşama, özellikle üç eksik bağlantıyı görünür kılmıştır. Birincisi, erken tespit ve sensör verisi çoğu zaman karar mimarisine yeterince bütünleştirilmemektedir. İkincisi, sağlık sistemi yanıtı ile iş sürekliliği hedefleri aynı model içinde sınırlı biçimde ele alınmaktadır. Üçüncüsü, kritik altyapı sürekliliği ile KBRNP'ye özgü toksikolojik toparlanma dinamikleri arasında açık bir metrik ilişkisi kurulmamaktadır.

### **3.3.3. Sistem Yeniden Bileşimi**

Üçüncü aşamada, fonksiyonel ayırıştırma ve alanlar arası eşleştirme sonucunda elde edilen bulgular çok katmanlı bir mimari içinde yeniden

yapılandırılmıştır. Bu yeniden bileşim sonucunda model üç temel katman üzerinden kurgulanmıştır:

- **Operasyonel Yetenek:** fiziksel, klinik, teknik ve prosedürel müdahale kapasitesi;
- **Bilgi Mimarisi:** veri toplama, doğrulama, entegrasyon, görünürlük ve ortak operasyon resmi oluşturma kapasitesi;
- **Karar Zekâsı:** veri yorumlama, risk önceliklendirme, senaryo karşılaştırma, kaynak tahsisi ve adaptif eylem seçimi kapasitesi.

Bu yapı, KBRNP olay yönetimini doğrusal bir müdahale zinciri olarak değil; geri besleme içeren, değişen koşullara uyum sağlayabilen ve karar sürekliliğini korumayı hedefleyen dinamik bir sosyo-teknik sistem olarak ele almaktadır.

### 3.4. Modelin İnşa Mantığı

Ortaya çıkan kavramsal mimari, üç tamamlayıcı yapı üzerine inşa edilmiştir: **katmanlı mimari, ardışık fakat uyarlanabilir operasyonel zincir ve bilişsel entegrasyon katmanı.**

#### 3.4.1. Katmanlı Mimari

Modelde her operasyonel halka üç yatay katman üzerinden tanımlanmaktadır:

- **Operasyonel Yetenek,** sahadaki personel, ekipman, klinik kapasite, dekontaminasyon altyapısı, altyapı müdahalesi ve prosedürel hazırlığı ifade eder.
- **Bilgi Mimarisi,** sensör ağları, laboratuvar verileri, sağlık bilgi sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri, altyapı izleme verileri, iş sürekliliği göstergeleri ve ortak operasyon resmi üretme kapasitesini kapsar.
- **Karar Zekâsı,** bu verilerin risk değerlendirmesine, önceliklendirmeye, kaynak tahsisine, eylem seçimine ve adaptif yönetime dönüştürülmesini sağlayan sosyo-teknik karar kapasitesidir.

Bu katmanlı yapı, modelin yalnızca “ne yapılmalı?” sorusuna değil; “hangi bilgiyle?”, “hangi karar mantığıyla?” ve “hangi süreklilik hedefiyle?” sorularına da yanıt vermesini sağlamaktadır.

#### 3.4.2. Ardışık Fakat Uyarlanabilir Operasyonel Zincir

Model, erken tespitten kurumsal öğrenmeye kadar uzanan **Halka 0 destekli 10 halkalı bir operasyonel süreklilik yapısı** olarak geliştirilmiştir. Bu yapı, olay yönetimini ardışık aşamalar halinde görünür kılmakla birlikte, katı doğrusal bir süreç olarak tasarlanmamıştır.

Model şu unsurları içerir:

- geri besleme döngüleri,
- dinamik yeniden önceliklendirme,
- eş zamanlı karar noktaları,
- değişen risk koşullarına uyarlanabilir yanıtlar,
- olay sonrası öğrenme ve iyileştirme mekanizmaları.

Bu nedenle 10 halkalı yapı, bir kontrol listesi veya tek yönlü müdahale algoritması değildir. Daha çok, KBRNP olaylarında hangi işlevlerin, hangi bilgi akışıyla ve hangi karar mantığıyla birbirine bağlanması gerektiğini gösteren operasyonel bir mimari temsildir.

### 3.4.3. Bilişsel Entegrasyon Katmanı

Modelin üst düzey bilişsel katmanı Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi — Cognitive Resilience Architecture, CRA olarak tanımlanmaktadır. Bu katman, bilgi ile eylem arasında köprü kurmakta ve belirsizlik altında karar sürekliliğini sağlamayı hedeflemektedir.

CRA, karar sürecini dört aşamalı bir döngü içinde yapılandırır:

**durum farkındalığı → öngörü → karar → adaptif yanıt**

Bu döngü, sensör verisi, saha bilgisi, klinik kapasite, altyapı durumu ve iş sürekliliği önceliklerinin yalnızca toplanmasını değil; anlamlandırılmasını, geleceğe yönelik etkilerinin değerlendirilmesini ve operasyonel eyleme dönüştürülmesini sağlar. Bu nedenle CRA, modelin yalnızca bilişsel bir eklentisi değil; Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı katmanlarını birbirine bağlayan üst bütünleştirici yapıdır.

### 3.5. İş Sürekliliği Metriklerinin Kavramsal Genişletilmesi

KBRNP koşullarına uyum sağlamak amacıyla iş sürekliliği metrikleri üzerinde hedefli bir kavramsal genişletme yapılmıştır. ISO 22301 parametreleri ile KBRNP operasyonel gerçeklikleri karşılaştırıldığında, klasik BIA, RTO ve RPO kavramlarının KBRNP bağlamında bazı kritik değişkenleri yeterince görünür kılmadığı görülmektedir.

KBRNP olaylarında toparlanma yalnızca teknik yeniden başlatma veya veri kurtarma meselesi değildir. Toparlanma süreci aynı zamanda sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyon, alan güvenliği onayı, personelin güvenli geri dönüşü, altyapının yeniden işletmeye alınması, düzenleyici onay süreçleri ve kritik işlevlerin güvenli biçimde sürdürülmesiyle ilişkilidir.

Bu nedenle çalışma şu kavramsal uzantıları önermektedir:

- **KBRNP-BIA:** toksikolojik maruziyet, alan erişim kısıtları, dekontaminasyon darboğazları, personel güvenliği, sağlık sistemi yükü ve kritik altyapı bağımlılıklarını içeren genişletilmiş iş etki analizi;
- **KBRNP-RTO:** kritik işlevlerin yalnızca teknik olarak değil, sağlık, güvenlik ve alan uygunluğu koşulları sağlandıktan sonra kabul edilebilir sürede yeniden devreye alınmasını tanımlayan bağlama duyarlı toparlanma hedefi;
- **KBRNP-RPO:** sensör verisi, laboratuvar sonuçları, komuta-kontrol kayıtları, hasta izlem verileri ve saha gözlemlerinin karar süreçleri için güvenli biçimde korunmasını hedefleyen genişletilmiş veri sürekliliği parametresi;
- **TERT — Toxic Exposure Recovery Time:** KBRNP bağlamında toksikolojik ve güvenlik temelli toparlanma gecikmelerini görünür kılan tamamlayıcı süreklilik metriği.

Bu çalışmada TERT şu şekilde kavramsallaştırılmaktadır:

$$\text{TERT} = \text{T}_1 + \text{T}_2 + \text{T}_3$$

Burada:

- $\text{T}_1$  = sağlık stabilizasyonu süresi,
- $\text{T}_2$  = dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı süresi,
- $\text{T}_3$  = operasyonel yeniden devreye alma süresi.

TERT, RTO'nun yerine geçen bir metrik olarak değil; KBRNP bağlamında RTO hesaplamasını toksikolojik, klinik ve güvenlik temelli gecikmelerle tamamlayan bağlama duyarlı bir süreklilik parametresi olarak önerilmektedir. Bu yaklaşım, toparlanmayı yalnızca teknik bir süreç olmaktan çıkararak çok boyutlu bir operasyonel, klinik ve güvenlik problemi olarak ele almaktadır.

### 3.6. Doğrulama Stratejisi

Model bu çalışma kapsamında ampirik olarak doğrulanmamıştır. Bununla birlikte, metodoloji içinde yapılandırılmış bir gelecek doğrulama yolu tanımlanmaktadır. Bu tercih, çalışmanın kavramsal niteliğiyle uyumludur. Amaç, modelin nihai geçerliliğini bu bölümde kanıtlamak değil; hangi yöntemlerle test edilebileceğini, geliştirilebileceğini ve kurumsal bağlamlara uyarlanabileceğini göstermektir.

Önerilen doğrulama stratejisi dört tamamlayıcı aşamadan oluşmaktadır:

**1. Uzman temelli değerlendirme**

Delphi çalışmaları veya yapılandırılmış uzman panelleri aracılığıyla modeldeki halkaların, katmanların ve kavramsal ayrımların açıklığı, kapsayıcılığı ve uygulanabilirliği değerlendirilebilir.

**2. Senaryo tabanlı tabletop egzersizleri**

Kimyasal salım, biyolojik ajan şüphesi, radyolojik yayılım, hastane kontaminasyonu veya endüstriyel tesis kaynaklı KBRNP senaryoları üzerinden modelin karar akışı, bilgi ihtiyacı ve halkalar arası geçişleri test edilebilir.

**3. Geriye dönük vaka analizleri**

Geçmiş KBRNP, HAZMAT, toksik endüstriyel salım veya kritik altyapı kesintisi vakaları modelin halkaları ve katmanları açısından analiz edilerek güçlü ve zayıf yönler belirlenebilir.

**4. Kurumsal düzeyde tekrar eden testler**

Hastaneler, endüstriyel tesisler, organize sanayi bölgeleri, acil durum yönetim birimleri ve kritik altyapı işletmeleri gibi farklı kurumsal bağlamlarda modelin uygulanabilirliği yinelenen tatbikatlar ve iyileştirme döngüleriyle değerlendirilebilir.

Bu doğrulama yolu, modelin tek aşamada doğrulanmasından ziyade, uygulama, geri bildirim ve yinelemeli geliştirme yoluyla olgunlaştırılması prensibine dayanmaktadır. Böylece önerilen kavramsal mimari, yalnızca teorik bir çerçeve olarak kalmamakta; gelecekte ampirik olarak sınanabilecek, sektörel bağlamlara uyarlanabilecek ve operasyonel karar süreçlerine entegre edilebilecek bir araştırma programına dönüşmektedir.

## 4. 10 HALKALI KBRNP OPERASYONEL DAYANIKLILIK MODELİ

### 4.1. Modelin Genel Yapısı ve Varsayımları

Önerilen **Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli**, KBRNP olay yönetimini klasik “algılama–koruma–dekontaminasyon–tedavi” dizisinin ötesine taşıyarak; karar süreçleri, bilgi akışı, kritik altyapı işlevleri, sağlık sistemi yanıtı ve kurumsal sürekliliği aynı sistem mimarisi içinde ele almaktadır. Modelin temel varsayımı, KBRNP olaylarında başarının yalnızca maruziyetin ne ölçüde sınırlandırıldığı veya akut müdahalenin ne kadar hızlı gerçekleştirildiğiyle ölçülemeyeceğidir. Bu tür olaylarda performans, aynı zamanda olay sırasında ve sonrasında kritik işlevlerin ne ölçüde sürdürülebildiği, karar zincirinin ne kadar korunabildiği, bilgi akışının ne kadar güvenilir yönetilebildiği ve kurumların güvenli biçimde toparlanma kapasitesiyle değerlendirilmelidir.

Bu yaklaşım, NATO’nun KBRNP savunma politikasında öne çıkan önleme, koruma, hazırlık ve toparlanma çizgisi ile dayanıklılık mühendisliğinin beklenen ve beklenmeyen koşullar altında işlev sürdürülebilirlik anlayışını birleştirmektedir (Endsley, 1995; Hollnagel, 2014; NATO, 2022; Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015). Böylece model, KBRNP olaylarını yalnızca teknik müdahale veya klinik yanıt problemi olarak değil; operasyonel yetenek, bilgi mimarisi ve karar zekâsının birlikte çalışmasını gerektiren karmaşık bir sosyo-teknik dayanıklılık problemi olarak konumlandırmaktadır.

Model iki düzeyli bir yapıya sahiptir. Birinci düzeyde, **Halka 0 — Karar Dayanıklılığı** yer almaktadır. Halka 0, diğer halkalarla aynı düzlemde yer alan bağımsız bir müdahale aşaması değildir; modelin tamamına yayılan bilişsel ve yönetsel omurgadır. Bu halka, kriz boyunca karar sürekliliğinin korunmasını, kurumlar arası koordinasyonun sürdürülmesini, ortak operasyon resminin oluşturulmasını ve değişen koşullar altında stratejik önceliklendirme yapılmasını sağlar. Bu nedenle Halka 0, modelin bütün halkalarını etkileyen üst düzey bir karar mimarisi olarak ele alınmaktadır.

İkinci düzeyde ise erken tespitten kurumsal öğrenmeye uzanan **10 operasyonel halka** bulunmaktadır. Bu halkalar sırasıyla şunlardır: tehdit tespiti, risk analizi, sınırlandırma, maruziyet azaltma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu, operasyonel süreklilik, sistem toparlanması ve dayanıklılık kültürü. Bu yapı, KBRNP olay yönetiminin yalnızca olay yerindeki ilk müdahale fazından ibaret olmadığını; olay öncesi farkındalık, olay sırası karar verme, olay sonrası toparlanma ve kurumsal öğrenme süreçlerini de kapsadığını göstermektedir.

Bu nedenle modelin “10 halkalı” olarak adlandırılması, Halka 0’ın dışlanması anlamına gelmemektedir. Aksine Halka 0, 10 operasyonel halkanın üzerinde işleyen ve tüm halkalar arasındaki karar bütünlüğünü sağlayan meta-katman olarak konumlandırılmaktadır. Böylece model, teknik olarak “Halka 0 destekli 10 halkalı” bir yapı olarak okunmalıdır. Bu formülasyon, hem operasyonel halkaların ardışık görünürlüğünü korumakta hem de karar dayanıklılığını modelin merkezî bilişsel omurgası hâline getirmektedir.

Model, ilk bakışta ardışık bir operasyonel zincir gibi görünse de katı doğrusal bir müdahale algoritması olarak tasarlanmamıştır. KBRNP olaylarında tehdit bilgisi, yayılım dinamikleri, sağlık sistemi yükü, altyapı durumu, saha güvenliği ve kurumsal öncelikler sürekli değişebilir. Bu nedenle model, halkalar arasında geri besleme döngüleri, yeniden önceliklendirme, eş zamanlı karar noktaları ve uyarlanabilir yanıt ilişkileri içerir. Örneğin risk analizi sonucunda sınırlandırma stratejisi değişebilir; dekontaminasyon kapasitesi tıbbi stabilizasyon önceliklerini etkileyebilir; altyapı stabilizasyonundaki bir başarısızlık operasyonel süreklilik hedeflerini yeniden tanımlamayı gerektirebilir. Bu yönüyle model, doğrusal bir kontrol listesi değil; değişen koşullar altında karar, bilgi ve operasyonel kapasiteyi birlikte yöneten dinamik bir mimari olarak değerlendirilmelidir (Hollnagel, 2014; Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015).

Modelin altında yatan temel varsayımlar şu şekilde özetlenebilir. Birincisi, KBRNP olaylarında dayanıklılık yalnızca maruziyetin önlenmesiyle değil, kritik işlevlerin sürdürülebilmesiyle ölçülmelidir. İkincisi, operasyonel başarı yalnızca teknik kapasiteye değil, bilgi akışının güvenilirliğine ve karar süreçlerinin sürekliliğine bağlıdır. Üçüncüsü, KBRNP olayları sağlık sistemi, kritik altyapı, endüstriyel tesisler, kamu hizmetleri ve iş sürekliliği süreçleri arasında karşılıklı bağımlılıklar üretir. Dördüncüsü, etkili yönetim yalnızca olay anındaki müdahaleyle sınırlı değildir; olay öncesi hazırlık, olay sırası adaptasyon, olay sonrası toparlanma ve kurumsal öğrenme döngülerini birlikte gerektirir. Beşincisi, karar dayanıklılığı bu sürecin merkezi unsurudur; çünkü bilgi, kaynak, zaman ve belirsizlik baskısı altında sistemin hangi işlevleri önceleyeceğini belirleyen temel kapasite karar mimarisidir.

Bu çerçevede Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli, KBRNP olay yönetimini yalnızca teknik müdahale basamakları olarak değil; karar sürekliliği, bilgi mimarisi, operasyonel yetenek, kritik altyapı sürekliliği ve kurumsal öğrenme arasında kurulan bütünleşik bir sosyo-teknik dayanıklılık yapısı olarak tanımlamaktadır.

#### 4.2. Katmanlar: Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı

Modelin ayırt edici özelliği, her operasyonel halkayı üç eşzamanlı katman üzerinden tanımlamasıdır: **Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı**. Bu üç katman, KBRNP olay yönetiminde yalnızca yapılacak eylemleri değil, bu eylemlerin hangi bilgiye dayanarak, hangi karar mantığıyla ve hangi süreklilik hedefi doğrultusunda yürütüleceğini de görünür kılar.

**Operasyonel Yetenek**, sahadaki personel, ekipman, fiziksel müdahale kapasitesi, klinik hazırlık, dekontaminasyon altyapısı, koruyucu donanım, acil bakım, yedek sistemler ve prosedürel hazırlığı ifade eder. Bu katman, modelin “eylem kapasitesi” boyutunu oluşturur. Başka bir ifadeyle Operasyonel Yetenek, KBRNP olayında tehdit tespiti, sınırlandırma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı koruma ve operasyonel süreklilik gibi işlevlerin fiilen yerine getirilebilmesini sağlayan fiziksel, teknik ve organizasyonel kapasitedir.

**Bilgi Mimarisi**, sensör ağları, sağlık bilgi sistemleri, laboratuvar verileri, coğrafi bilgi sistemleri, altyapı izleme verileri, saha gözlemleri, ortak operasyon resmi, alarm altyapıları ve iş sürekliliği göstergelerinin toplanması, doğrulanması, bütünleştirilmesi ve paylaşılmasını kapsar. Bu katman, modelin “görünürlük ve anlamlandırma altyapısı”dır. KBRNP olaylarında bilgi mimarisinin temel işlevi, günlük ve zaman duyarlı verileri karar vericiler için güvenilir, güncel ve operasyonel olarak kullanılabilir hâle getirmektir.

**Karar Zekâsı** ise yalnızca yapay zekâ veya algoritmik karar desteği anlamına gelmemektedir. Bu çalışmada Karar Zekâsı; veri yorumlama, risk önceliklendirme, senaryo karşılaştırma, alarm yönetimi, kaynak tahsisi, uzman yargısı, komuta-kontrol koordinasyonu, insan-yapay zekâ etkileşimi ve adaptif eylem seçimini birleştiren sosyo-teknik karar kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bu katman, bilginin eyleme dönüştürüldüğü karar düzlemidir. Dolayısıyla Karar Zekâsı, Operasyonel Yetenek ile Bilgi Mimarisi arasında köprü kurarak KBRNP olaylarında karar sürekliliğinin korunmasını sağlar.

Bu üç katman birlikte değerlendirildiğinde model, yalnızca “ne yapılacak?” sorusuna yanıt veren bir müdahale şeması değildir. Aynı zamanda “hangi veriyle?”, “hangi karar mantığıyla?”, “hangi önceliklendirme ilkesiyle?” ve “hangi süreklilik hedefiyle?” sorularına da yanıt veren bütünlük bir operasyonel dayanıklılık mimarisidir. Bu yaklaşım, durum farkındalığı literatürünün algılama, anlamlandırma ve öngörüye dayalı karar verme anlayışıyla; KBRNP karar destek çalışmaları ve dayanıklılık mühendisliği literatürünün adaptif performans vurgusunu birleştirmektedir (Endsley, 1995, 2018; Kegyes et al., 2024; Nemeth et al., 2024).

**Tablo 1.** Halka 0 Destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modelinin Analitik Yapısı

Halka	Birincil amaç	Operasyonel Yetenek	Bilgi Mimarisi	Karar Zekâsı	Analitik fark
<b>0. Karar Dayanıklılığı</b>	Karar sürekliliğini korumak	Kriz liderliği, çok kurumlu komuta, yetki devri	Ortak operasyon resmi, veri entegrasyonu , gerçek zamanlı paylaşım	Senaryo analizi, stratejik karar desteği, önceliklendirme	Modelin bilişsel ve yönetsel omurgasıdır
<b>1. Tehdit Tespiti</b>	Tehdidi erken tanımak	Sensörler, keşif, saha gözlemi, numune alma	İzleme ağı, alarm altyapısı, erken uyarı verisi	Anomali tespiti, alarm doğrulama, yanlış alarm yönetimi	Müdahale öncesi farkındalık üretir
<b>2. Risk Analizi</b>	Kapsam ve etkiyi değerlendirmek	Modelleme, toksikolojik analiz, uzman değerlendirmesi	Yayılm verisi, etki haritalama, maruziyet verisi	Risk skoru, senaryo karşılaştırması, etki önceliklendirmesi	Veriyi önceliklendirilmiş riske dönüştürür
<b>3. Sınırlandırma</b>	Yayılmı kontrol etmek	İzolasyon, alan kontrolü, bariyerleme, güvenlik çevresi	GIS, olay haritalama, sınırlandırma verisi	Kaynak tahsisi, alan stratejisi, erişim kararları	Mekânsal yayılımı ve erişimi yönetir
<b>4. Maruziyet Azaltma</b>	Teması ve maruziyeti azaltmak	Tahliye, sığınma, KKE, halk yönlendirme	Erken uyarı, halk bilgilendirme , nüfus ve hareketlilik verisi	Koruyucu eylem matrisi, tahliye/sığınma önceliklendirmesi	Popülasyon düzeyinde zarar azaltır
<b>5. Dekontaminasyon</b>	İkincil maruziyeti önlemek	Kişisel ve kitlesel dekontaminasyon , ekipman temizliği	Protokoller, ajan veri tabanı, kapasite takibi	Yöntem seçimi, dekontaminasyon önceliği, kapasite optimizasyonu	Temizleme kapasitesini ve güvenli akışı optimize eder
<b>6. Tıbbi Stabilizasyon</b>	Yaşamı ve klinik kapasiteyi korumak	Triyaj, antitod, yoğun bakım, klinik tedavi	Hastane veri akışı, kapasite görünürlüğü, hasta izlem verisi	Klinik karar desteği, tedavi önceliği, kapasite yönetimi	Klinik yanıtı sağlık sistemi sürekliliğine bağlar
<b>7. Altyapı Stabilizasyonu</b>	Kritik altyapıyı işlevde tutmak	Acil bakım, yedek sistemler, teknik müdahale	Altyapı izleme, ağ durumu, bağımlılık haritaları	Etki analizi, altyapı önceliklendirmesi , sektörler arası karar	Fiziksel ve ağ temelli sistem sürekliliğini hedefler
<b>8. Operasyonel Süreklilik</b>	Kritik işlevleri sürdürmek	Alternatif süreç, alternatif yer, yedek personel ve tedarik	BCMS veri altyapısı, BIA verisi, süreklilik göstergeleri	KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT kararları	Kurumsal süreklilik ve işlev sürdürme katmanıdır

<b>9. Sistem Toparlanması</b>	İşlevi geri kazanmak ve yeniden yapılandırmak	Yeniden yapılandırma, kademeli dönüş, teknik onarım	Olay sonrası analiz, performans verisi, zayıf nokta kayıtları	İyileştirme öncelikleri, kaynak tahsisi, toparlanma stratejisi	Adaptif toparlanmayı ve yeniden işlevlendirmeyi yönetir
<b>10. Dayanıklılık Kültürü</b>	Öğrenmeyi kurumsallaştırma k	Eğitim, tatbikat, revizyon, yetkinlik geliştirme	Kurumsal hafıza, dersler, olay sonrası öğrenme kayıtları	Politika/prosedür güncelleme, stratejik öğrenme	Sistemi gelecekteki olaylara daha hazır hâle getirir

**Not.** Tablo, Halka 0'ı bağımsız bir operasyonel basamak olarak değil, 10 operasyonel halkanın üzerinde işleyen bilişsel-yönetimsel omurga olarak konumlandırmaktadır. Bu nedenle model “Halka 0 destekli 10 halkalı” yapı olarak okunmalıdır. Tablo; NATO'nun KBRNP savunma ve toparlanma yaklaşımı, durum farkındalığı literatürü, dayanıklılık mühendisliği, iş sürekliliği yönetimi ve KBRNP karar destek çalışmalarının kavramsal sentezinden türetilmiştir. TERT, bu çalışmanın KBRNP bağlamında önerdiği özgün bir süreklilik parametresidir; ISO 22301'de yerleşik bir metrik olarak kullanılmamaktadır (Endsley, 1995, 2018; Galaitsi et al., 2023; ISO, 2019; Kegyes et al., 2024; NATO, 2022; Righi et al., 2015).

### 4.3. Halka 0: Karar Dayanıklılığı

**Halka 0 — Karar Dayanıklılığı,** Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli'nin bilişsel ve yönetimsel omurgasını oluşturmaktadır. Bu halka, diğer operasyonel halkalarla aynı düzlemde yer alan bağımsız bir müdahale basamağı değildir; tehdit tespitinden dayanıklılık kültürüne kadar tüm halkaların üzerinde işleyen, karar sürekliliğini koruyan meta-katmandır. Bu nedenle Halka 0'ın temel işlevi, kriz boyunca komuta-kontrol ilişkilerinin, kurumlar arası koordinasyonun, stratejik önceliklendirme kapasitesinin ve zaman duyarlı karar verme süreçlerinin bozulmadan sürdürülebilmesini sağlamaktır.

KBRNP olaylarında karar dayanıklılığı özel bir önem taşır; çünkü bu tür olaylar çoğu zaman eksik bilgi, hızla değişen risk dinamikleri, yüksek belirsizlik, çok aktörlü koordinasyon ihtiyacı, sağlık sistemi baskısı ve kritik altyapı bağımlılıkları altında yönetilir. Böyle bir ortamda karar kalitesi yalnızca bilgiye erişimle açıklanamaz. Karar vericilerin mevcut verileri algılaması, anlamlandırması, geleceğe yönelik etkilerini öngörmesi, önceliklendirmesi ve bu bilgiyi uygulanabilir eyleme dönüştürmesi gerekir. Durum farkındalığı literatürü de etkili karar vermenin yalnızca veri toplama değil; algılama, anlama ve geleceği projekte etme süreçlerine dayandığını göstermektedir (Endsley, 1995, 2018).

NATO'nun KBRNP yaklaşımı dayanıklılık, hazırlık ve toparlanma kapasitesini açık biçimde vurgularken; KBRNP olaylarının yönetimi, yalnızca olay yerine yönelik teknik müdahale kararlarını değil, aynı zamanda sağlık

sistemi kapasitesi, kritik altyapı sürekliliği, halkın korunması, kaynak tahsisi ve kurumsal toparlanma önceliklerini de içeren çok düzeyli karar süreçlerini gerektirir (NATO, 2022). Bu nedenle Halka 0, diğer halkalara dışarıdan komut veren hiyerarşik bir yapı olarak değil; modelin tümünde karar kalitesini, bilgi bütünlüğünü ve stratejik yönelimini koruyan üst düzey bir koordinasyon katmanı olarak anlaşılmalıdır.

Sınırlandırma bir alan kapatma faaliyeti değildir; alanı yapılandırma faaliyetidir. KBRNP olaylarında saha, uluslararası müdahale doktrinlerinde üç eşmerkezli bölge üzerinden tanımlanır: sıcak alan, ılık alan ve soğuk alan (ICRC, 2023; NATO, 2022; WHO, 2009). Bu üç bölge yalnızca coğrafi bir ayırım değildir; kontaminasyon riski, koruma düzeyi, personel erişimi ve karar yetkisi açısından birbirinden farklılaşan operasyonel katmanlardır.

**Sıcak alan**, kontaminasyonun bulunduğu veya bulunma olasılığının yüksek olduğu bölgedir. Bu bölgeye yalnızca uygun seviyede kişisel koruyucu donanım, tanımlı görevle ve sınırlı süreyle girilir. Sıcak alanın temel işlevi, kaynağın kontrol altına alınması, numune ve kanıtın toplanması ve mağdurların güvenli biçimde çıkarılmasıdır.

**Ilık alan**, sıcak alan ile soğuk alan arasındaki geçiş bölgesidir. Bu bölgenin omurgasını dekontaminasyon koridoru oluşturur. Sıcak alandan çıkan her kişi, ekipman ve mağdur bu koridordan geçer. Ilık alan, ikincil maruziyet zincirinin kırıldığı kritik eşiktir; temiz ve kirli akışın ayrılması bu bölgede sağlanır.

**Soğuk alan**, kontaminasyondan arınmış, güvenli kabul edilen bölgedir. Komuta-kontrol yapıları, tıbbi destek alanları, lojistik düzenlemeler ve karar koordinasyonu bu bölgede konumlanır. Soğuk alan, olayın yönetildiği değil; olaya ilişkin kararların üretildiği bölgedir.

Bu üç bölge arasındaki sınırlar sabit değildir. Ajan türü, rüzgâr yönü, yayılım hızı, meteorolojik koşullar ve saha güvenliği bilgisi değiştikçe bölge sınırları yeniden çizilmelidir. Statik bir alan haritası, KBRNP olaylarının dinamik doğasıyla çelişir. Bu nedenle sıcak-ılık-soğuk alan ayrımı, bir kez kurulan sabit bir düzen değil; sürekli güncellenen adaptif bir alan mimarisidir. Bu yönüyle alan mimarisi, Halka 3'ün adaptif sınırlandırma anlayışının somut karşılığıdır.

Bu alan mimarisi, modelin üç katmanı ile birlikte okunduğunda tam anlamını kazanır.

**Operasyonel Yetenek** düzeyinde her bölge farklı bir kapasite gerektirir: sıcak alanda tam korumalı giriş ekipleri, koruyucu donanım ve numune alma; ılık alanda dekontaminasyon üniteleri ve temiz/kirli geçiş düzeni; soğuk alanda komuta altyapısı, tıbbi triyaj ve lojistik destek.

**Bilgi Mimarisi** düzeyinde bölge sınırları, coğrafi bilgi sistemleri ve gerçek zamanlı izleme verileriyle görünür kılınır. Bölge sınırlarının güncelliği, doğruluğu ve

tüm aktörler tarafından ortak görülmesi, alan güvenliğinin temelidir. Yanlış veya gecikmeli bir alan haritası, doğrudan ikincil maruziyete yol açabilir.

**Karar Zekâsı** düzeyinde temel soru, bölge sınırlarının nerede çizileceği, ne zaman genişletileceği veya daraltılacağı ve hangi koşulda bir alanın "güvenli" ilan edilebileceğidir. Bu kararlar; yayılım modeli, ölçüm sonuçları ve risk önceliklendirmesiyle üretilir.

Bu mimaride soğuk alan, **Halka 0 — Karar Dayanıklılığı'nın fiziksel olarak konumlandığı bölgedir**. Kriz liderliği, çok kurumlu komuta, ortak operasyon resmi ve stratejik önceliklendirme soğuk alanda işler. Bu nedenle soğuk alanın güvenliği yalnızca personel güvenliği meselesi değil; karar sürekliliğinin korunması meselesidir. Soğuk alanın kontamine olması veya yer değiştirmek zorunda kalması, doğrudan karar zincirini tehdit eder.

Bir bölgenin sıcak veya ılık alan statüsünden soğuk alan statüsüne dönüşmesi, "alan güvenliği onayı" sürecidir. Bu süreç, bu çalışmada önerilen **TERT — Toxic Exposure Recovery Time** metriğinin T<sub>2</sub> bileşeniyle (dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı süresi) doğrudan örtüşür. Başka bir ifadeyle bir kritik işlevin yeniden devreye alınabilmesi çoğu zaman teknik hazırlığa değil; çalışılacak alanın güvenli soğuk alan statüsüne geçmesine bağlıdır. Bu da alan mimarisini operasyonel süreklilikle doğrudan ilişkilendirir.

**Tablo 2. Operasyonel Alan Mimarisinin Katmanlı Yapısı**

Bölge	Birincil işlev	Operasyonel Yetenek	Bilgi Mimarisi	Karar Zekâsı	İlişkili halkalar
<b>Sıcak alan</b>	Kaynağı kontrol etmek, mağduru çıkarmak	Tam korumalı giriş, KKE, numune alma	Kontaminasyon ölçümü, sıcak alan sınır verisi	Giriş kararı, süre sınırı, görev önceliği	Halka 1, 3, 5
<b>İlk alan</b>	İkincil maruziyeti kırmak	Dekontaminasyon koridoru, temiz/kirli ayrımı	Geçiş kaydı, dekontaminasyon kapasite takibi	Akış önceliği, yöntem seçimi, kapasite optimizasyonu	Halka 5
<b>Soğuk alan</b>	Güvenli karar ve destek sağlamak	Komuta altyapısı, triyaj, lojistik	Ortak operasyon resmi, veri entegrasyonu	Stratejik önceliklendirme, kaynak tahsisi	Halka 0, 6, 8

*Not. Tablo, sıcak-ılık-soğuk alan ayrımını modelin üç katmanıyla ilişkilendirmektedir. Bölge sınırları sabit değil; risk, yayılım ve meteorolojik verilere göre güncellenen dinamik sınırlardır. Soğuk alan, Halka 0'nın fiziksel karşılığı olarak karar sürekliliğinin korunduğu bölgedir (ICRC, 2023; NATO, 2022; WHO, 2009).*

Alan ayrımı bir güvenlik prosedürü gibi görünür. Oysa bir karar mimarisidir. Sıcak alanda eylem yapılır, ılık alanda risk kırılır, soğuk alanda karar üretilir. Bir KBRNP olayında bu üç bölge birbirine karışırsa, kaybedilen yalnızca alan güvenliği değil; karar sürekliliğidir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, kriz liderliği, çok kurumlu komuta yapıları, yetki devri, rol netliği, karar sorumluluğu ve kurumlar arası koordinasyon kapasitesinden oluşur. KBRNP olaylarında karar dayanıklılığı, yalnızca güçlü bir liderlik varlığına değil; karar yetkilerinin önceden tanımlanmasına, komuta geçişlerinin kesintisiz yürütülmesine, merkezi ve yerel karar düzeyleri arasındaki ilişkinin açık kurulmasına ve zaman baskısı altında rol belirsizliğinin azaltılmasına bağlıdır.

**Bilgi Mimarisi** düzeyinde Halka 0, ortak operasyon resmi, gerçek zamanlı veri paylaşımı, güvenilir bilgi akışı, sensör ve saha verilerinin entegrasyonu, sağlık sistemi kapasite verileri, altyapı durumu ve iş sürekliliği göstergelerinin aynı karar alanında görünür kılınmasını gerektirir. Bu düzeyde temel amaç, dağınık veriyi yalnızca toplamak değil; karar vericiler için ortak, güncel, doğrulanabilir ve eyleme dönüştürülebilir bir durum resmi oluşturmaktır.

**Karar Zekâsı** düzeyinde ise Halka 0, senaryo tabanlı analiz, stratejik önceliklendirme, kaynak tahsisi, risk karşılaştırması, alarm doğrulama, eylem seçeneklerinin değerlendirilmesi ve adaptif yanıt üretme kapasitesini temsil eder. Bu katman, hangi halkanın ne zaman önceliklendirileceğini, hangi kaynağın nereye yönlendirileceğini, hangi operasyonel hedefin geçici olarak erteleneceğini veya hangi kritik işlevin korunmasının öncelik taşıyacağını belirleyen karar mantığını üretir.

Nemeth ve arkadaşlarının çalışması, özellikle CBRN avoid-and-protect görevlerinde karar süresi ile uygulama süresi arasındaki boşluğun azaltılmasının kritik olduğunu göstermektedir (Nemeth et al., 2024). Bu bulgu, Halka 0'ın yalnızca üst düzey yönetim veya stratejik koordinasyon anlamına gelmediğini; aynı zamanda tüm model boyunca zaman duyarlı karar koordinasyonunu sağlayan dinamik bir mekanizma olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle Halka 0, tehdit tespitinden maruziyet azaltmaya, dekontaminasyondan tıbbi stabilizasyona, altyapı korumadan operasyonel sürekliliğe kadar tüm halkalarda karar gecikmesini azaltmayı ve karar kalitesini korumayı hedefler.

Bu nedenle Halka 0'ın analitik farkı, KBRNP olay yönetiminde başarısızlığın yalnızca teknik kapasite eksikliğinden kaynaklanmadığını görünür kılmıştır. Bir KBRNP olayında sensörler çalışabilir, dekontaminasyon ekipmanı mevcut olabilir, klinik protokoller tanımlanmış olabilir; ancak bilgi akışı bozulmuşsa, kurumlar arası koordinasyon kopmuşsa, karar yetkileri belirsizse veya önceliklendirme zamanında yapılamıyorsa sistem performansı hızla düşebilir. Halka 0, bu kırılmalı modelin merkezine alarak karar sürekliliğini operasyonel dayanıklılığın ön koşulu olarak tanımlar.

Sonuç olarak Halka 0 — Karar Dayanıklılığı, 10 operasyonel halkanın üzerinde işleyen bilişsel-yönetsel bir omurga olarak modelin bütünlüğünü sağlar.

Bu halka, KBRNP olaylarında bilgi ile eylem, strateji ile operasyon, merkezi karar ile saha uygulaması ve acil müdahale ile iş sürekliliği arasındaki bağlantıyı kurar. Bu yönüyle Halka 0, modelin yalnızca başlangıç noktası değil; tüm halkalar boyunca karar kalitesini, adaptasyonu ve operasyonel sürekliliği koruyan temel dayanıklılık mekanizmasıdır.

#### **4.4. Halka 1–4: Tehdit Tespiti, Risk Analizi, Sınırlandırma ve Maruziyet Azaltma**

İlk dört halka, modelin erken faz operasyonel dayanıklılık bölümünü oluşturmaktadır. Bu halkalar, KBRNP olayının mümkün olan en erken evrede tanınmasını, anlamlandırılmasını, sınırlandırılmasını ve maruziyetin popülasyon düzeyinde azaltılmasını hedefler. Bu nedenle Halka 1–4 yalnızca olayın başlangıç müdahalesini temsil etmez; aynı zamanda Halka 0 tarafından yönlendirilen erken faz karar üstünlüğünün ve sistem düzeyinde zarar azaltmanın temelini oluşturur.

**Halka 1 — Tehdit Tespiti**, KBRNP tehdidinin mümkün olan en erken evrede tanınmasını amaçlar. Bu halka, sensörler, saha gözlemleri, keşif faaliyetleri, numune alma, laboratuvar ön bulguları, erken uyarı sistemleri ve anomali tespit mekanizmaları üzerinden çalışır. Ancak tehdit tespiti yalnızca bir alarm üretme süreci değildir. KBRNP bağlamında erken tespit; verinin güvenilirliğini değerlendirme, çok kaynaklı doğrulama yapma, yanlış alarm olasılığını yönetme ve elde edilen bulguları zamanında karar süreçlerine aktarma kapasitesine bağlıdır. Kegyes ve arkadaşlarının çalışması, modern KBRNP korumasında sensör verisi, bilgi yönetimi ve tahmine dayalı analitiğin merkezi hale geldiğini göstermektedir (Kegyes et al., 2024). Bu nedenle Halka 1’in analitik farkı, olay öncesi veya olayın çok erken evresinde karar verilebilir farkındalık üretmesidir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, sensörlerin, keşif ekiplerinin, saha gözlem kapasitesinin, numune alma protokollerinin ve erken uyarı mekanizmalarının işlerliğine dayanır. **Bilgi Mimarisi**, izleme ağı, alarm altyapısı, veri akışı, sensör doğrulama ve uyarı paylaşım sistemlerini kapsar. **Karar Zekâsı** ise alarmin ciddiyetini değerlendirme, yanlış pozitif ve yanlış negatif risklerini ayırt etme, anomalinin operasyonel önemini belirleme ve ilk önceliklendirme kararlarını üretme kapasitesidir.

**Halka 2 — Risk Analizi**, tespit edilen tehdidin kapsamını, yayılımını, olası sağlık etkilerini, çevresel sonuçlarını, kritik altyapı üzerindeki etkilerini ve operasyonel süreklilik açısından doğurabileceği sonuçları değerlendirmeyi amaçlar. Bu halkada olay yalnızca “tespit edilmiş bir tehdit” olarak değil; mekânsal, toksikolojik, klinik, altyapısal ve kurumsal sonuçları olan önceliklendirilmiş bir risk olarak ele alınır. Bu nedenle risk analizi, ajan türü, maruziyet olasılığı, yayılım yönü, meteorolojik koşullar, nüfus yoğunluğu, sağlık

sistemi kapasitesi, kritik altyapı bağımlılıkları ve iş sürekliliği öncelikleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

Xing ve arkadaşlarının dinamik iş sürekliliği değerlendirmesi, koşul izleme verilerinin ve ardışık tahmin yöntemlerinin statik risk yaklaşımlarını güncellenebilir hale getirebildiğini göstermektedir; bu yaklaşım KBRNP risk analizine de uyarlanabilir niteliktedir (Xing et al., 2019). Bu bağlamda Halka 2'nin analitik farkı, veriyi yalnızca tanımlayıcı bilgi olarak bırakmaması; risk skorlarına, etki haritalarına, senaryo karşılaştırmalarına ve operasyonel önceliklere dönüştürmesidir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, toksikolojik analiz, modelleme kapasitesi, saha değerlendirmesi ve uzman yorumuna dayanır. **Bilgi Mimarisi**, yayılım verisi, etki haritalama, maruziyet verisi, sağlık kapasitesi bilgisi ve altyapı bağımlılık verilerinin bütünleştirilmesini gerektirir. **Karar Zekâsı** ise risk skorlaması, senaryo karşılaştırması, kritik eşiklerin belirlenmesi ve hangi halkaların öncelikli olarak etkinleştirileceğine ilişkin kararların üretilmesini sağlar.

**Halka 3 — Sınırlandırma**, olayın coğrafi, operasyonel ve işlevsel yayılımını kontrol altına almayı hedefler. Bu halka, izolasyon, güvenlik çevresi oluşturma, kontamine alanların tanımlanması, erişim kontrolü, kaynak yönlendirme, lojistik akışın düzenlenmesi ve yayılımı artırabilecek faaliyetlerin durdurulması gibi önlemleri içerir. Ancak sınırlandırma yalnızca fiziksel bariyer kurma veya alan kapatma faaliyeti değildir. KBRNP olaylarında sınırlandırma, değişen risk yoğunluklarına, yayılım modellerine, nüfus hareketliliğine, altyapı bağımlılıklarına ve saha güvenliği bilgisine göre sürekli güncellenmesi gereken adaptif bir alan yönetimi problemidir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, izolasyon ekipleri, saha güvenliği, bariyerleme, erişim kontrolü, yönlendirme ve lojistik destek kapasitesinden oluşur. **Bilgi Mimarisi**, coğrafi bilgi sistemleri, olay haritalama, kontaminasyon sınırları, hareketlilik verisi, erişim noktaları ve güvenli güzergâh bilgilerinin bütünleştirilmesini kapsar. **Karar Zekâsı** ise hangi alanların kapatılacağı, hangi güzergâhların açık tutulacağı, hangi kaynakların nereye yönlendirileceği ve hangi hizmetlerin geçici olarak yeniden yapılandırılacağına ilişkin adaptif kararları üretir. Böylece Halka 3, mekânsal yayılımı yönetirken aynı zamanda operasyonel sürekliliğin korunmasına da katkı sağlar.

**Halka 4 — Maruziyet Azaltma**, bireylerin, müdahale personelinin ve toplumun KBRNP ajanıyla temasını en aza indirmeyi amaçlar. Bu halka tahliye, yerinde sığınma, kişisel koruyucu donanım kullanımı, halk uyarı sistemleri, risk iletişimi, hareket kısıtlamaları, güvenli toplanma alanları ve hassas grupların korunması gibi önlemleri içerir. Ancak maruziyet azaltmanın analitik farkı,

koruyucu eylemlerin yalnızca uygulanması değil; zamanlama, nüfus yoğunluğu, maruziyet olasılığı, ulaşım kapasitesi, sağlık kırılganlığı, halk davranışı ve kaynak kısıtları dikkate alınarak önceliklendirilmesidir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, tahliye planları, sığınma düzenlemeleri, KKE kullanımı, halk yönlendirme, güvenli alan yönetimi ve saha uygulama kapasitesinden oluşur. **Bilgi Mimarisi**, erken uyarı verileri, halk bilgilendirme kanalları, nüfus dağılımı, hareketlilik verisi, hassas grup bilgisi ve maruziyet haritalarını kapsar. **Karar Zekâsı** ise tahliye mi yoksa yerinde sığınma mı daha uygun sorusuna yanıt üretir; hangi grupların önce korunacağını, hangi bölgelerde uyarının artırılacağını ve hangi kaynakların hangi popülasyonlara yönlendirileceğini belirler.

İlk dört halka birlikte değerlendirildiğinde model, klasik “tespit et ve müdahale et” mantığından daha geniş bir erken faz dayanıklılık yaklaşımına geçmektedir. Bu yaklaşımda tehdit önce algılanır, ardından anlamlandırılır, önceliklendirilir, mekânsal ve operasyonel olarak sınırlandırılır ve maruziyet sistem düzeyinde azaltılır. Başka bir ifadeyle Halka 1–4, KBRNP olay yönetiminde **tespit et** → **doğrula** → **anlamlandır** → **önceliklendir** → **sınırlandır** → **maruziyeti azalt** döngüsünü temsil etmektedir. Bu döngü, durum farkındalığı literatürünün algılama, anlama ve öngörü mantığıyla uyumlu olup, Halka 0’ın karar dayanıklılığı işleviyle sürekli etkileşim içinde çalışmaktadır (Endsley, 1995, 2018; NATO, 2022).

Sonuç olarak Halka 1–4, KBRNP olayının erken fazında yalnızca teknik müdahale başlatan bir alt sistem değildir. Bu halkalar, karar verilebilir farkındalık üretme, riskleri önceliklendirme, yayılımı adaptif biçimde kontrol etme ve toplum düzeyinde maruziyeti azaltma kapasitesini birleştiren erken faz operasyonel dayanıklılık mekanizmasıdır. Bu mekanizma yeterince güçlü kurulmadığında, sonraki halkalar olan dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu ve operasyonel süreklilik daha yüksek yük, daha fazla belirsizlik ve daha sınırlı kaynak koşulları altında çalışmak zorunda kalacaktır.

#### 4.5. Halka 5–6: Dekontaminasyon ve Tıbbi Stabilizasyon

**Halka 5 — Dekontaminasyon ve Halka 6 — Tıbbi Stabilizasyon**, modelin maruziyet sonrası sağlık ve güvenlik odaklı operasyonel dayanıklılık bölümünü oluşturmaktadır. Bu iki halka, KBRNP olaylarında birbirinden ayrı teknik süreçler olarak değil; ikincil maruziyetin önlenmesi, kontamine hasta akışının güvenli yönetilmesi, klinik kapasitenin korunması ve sağlık sisteminin işlevsel sürekliliğinin sürdürülmesi açısından birlikte değerlendirilmelidir.

**Halka 5 — Dekontaminasyon**, maruziyet gerçekleşikten sonra insan, ekipman, çevre ve sağlık tesisleri üzerindeki kontaminasyon yükünü azaltarak ikincil maruziyet zincirini kırmayı hedefler. Bu halka, kişisel dekontaminasyon, kitlesel dekontaminasyon, ekipman temizliği, alan dekontaminasyonu, kontamine atık yönetimi ve güvenli geçiş noktalarının oluşturulması gibi süreçleri kapsar. Ancak dekontaminasyon yalnızca teknik bir temizleme prosedürü değildir; ajan tipi, maruziyet seviyesi, kontaminasyon yoğunluğu, hasta sayısı, personel güvenliği, dekontaminasyon kapasitesi, alan düzeni ve tıbbi öncelikler arasında eş zamanlı karar verilmesini gerektiren kritik bir operasyonel süreçtir.

ICRC'nin KBRNP/HAZMAT tıbbi hazırlık materyalleri, kontamine mağdurların güvenli yönetiminin dekontaminasyon ve tıbbi akışın birlikte tasarlanmasını gerektirdiğini vurgulamaktadır (ICRC, 2023). Bu nedenle Halka 5'in analitik farkı, dekontaminasyonu yalnızca “temizleme” eylemi olarak değil; hasta akışını, personel güvenliğini, ikincil kontaminasyon riskini ve sağlık sistemi kapasitesini doğrudan etkileyen bir süreklilik ve önceliklendirme problemi olarak ele almasıdır.

Dekontaminasyon, mekânsal olarak ılık alanda yürütülür. Halka 3'te tanımlanan sıcak-ılık-soğuk alan mimarisinde ılık alan, dekontaminasyon koridorunun yapısal karşılığıdır. "Temiz/kirli alan ayrımı" bu koridorun iki ucunu tanımlar: sıcak alandan gelen kirli giriş ve soğuk alana geçen temiz çıkış. Bu nedenle dekontaminasyon kapasitesi yalnızca bir ekipman veya personel meselesi değil; ılık alanın akış kapasitesi ve güvenli geçiş düzeni meselesidir. Dekontaminasyon koridorunda oluşan bir darboğaz, sıcak alandan tahliyeyi yavaşlatır ve ikincil maruziyet riskini artırır.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, kişisel ve kitlesel dekontaminasyon ekipleri, dekontaminasyon üniteleri, KKE, temiz/kirli alan ayrımı, kontamine atık yönetimi ve saha uygulama kapasitesinden oluşur. **Bilgi Mimarisi**, ajan veri tabanları, dekontaminasyon protokolleri, kontaminasyon düzeyi bilgisi, hasta akış verisi, kapasite izleme ve güvenlik onayı kayıtlarını kapsar. **Karar Zekâsı** ise hangi dekontaminasyon yönteminin uygulanacağına, hangi grupların

önceliklendirileceğine, hangi akışın güvenli kabul edileceğine ve sınırlı kapasitenin nasıl kullanılacağına ilişkin kararları üretir.

**Halka 6 — Tıbbi Stabilizasyon,** KBRNP maruziyeti sonrasında yaşamı tehdit eden fizyolojik etkilerin kontrol altına alınmasını ve sağlık sisteminin kritik klinik işlevlerinin sürdürülmesini amaçlar. Bu halka; triyaj, antidot uygulaması, solunum desteği, yoğun bakım yönetimi, semptomatik tedavi, toksikolojik değerlendirme, biyolojik/radyolojik izlem, enfeksiyon kontrolü, klinik izolasyon ve hasta transfer kararlarını kapsar. Ancak tıbbi stabilizasyon yalnızca bireysel hasta tedavisi anlamına gelmez; aynı zamanda hastane kapasitesinin, personel güvenliğinin, klinik akışın ve kritik sağlık hizmetlerinin sürekliliğinin korunmasını da içerir.

WHO'nun kimyasal olay yönetim kılavuzu ve hastane temelli CBRNE hazırlığına ilişkin güncel sistematik incelemeler, triyaj, dekontaminasyon, personel korunması, ekipman standardizasyonu, olay-özgül protokoller ve kurum içi koordinasyonun birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir (Qzih & Ahmad, 2024; WHO, 2009). Bu bulgular, tıbbi stabilizasyonun yalnızca klinik bir müdahale değil; sağlık sistemi kapasitesini koruyan sosyo-teknik bir süreklilik süreci olduğunu göstermektedir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, triyaj ekipleri, acil servis kapasitesi, antidot stokları, yoğun bakım yatakları, ventilasyon kapasitesi, izolasyon alanları, klinik protokoller ve sağlık personelinin korunmasından oluşur. **Bilgi Mimarisi**, hasta izlem verisi, klinik kapasite görünürlüğü, antidot ve malzeme stok bilgisi, laboratuvar sonuçları, toksikolojik danışmanlık ve hastane bilgi sistemlerini kapsar. **Karar Zekâsı** ise klinik önceliklendirme, hasta sevk kararları, antidot dağıtımını, yoğun bakım kapasite yönetimi ve kritik sağlık hizmetlerinin hangi düzeyde sürdürüleceğine ilişkin kararları üretir.

Halka 5 ve Halka 6 birlikte değerlendirildiğinde, model maruziyet sonrası fazı yalnızca “dekontamine et ve tedavi et” mantığıyla sınırlamaz. Bunun yerine, ikincil maruziyeti kır → güvenli hasta akışını kur → klinik öncelikleri belirle → sağlık sistemi kapasitesini koru şeklinde daha geniş bir operasyonel dayanıklılık döngüsü önerir. Bu döngüde dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyonun ön koşulu olduğu kadar; tıbbi stabilizasyon da dekontaminasyon kapasitesinin nasıl önceliklendirileceğini etkileyen karşılıklı bağımlı bir süreçtir.

Bu iki halka aynı zamanda ilerleyen aşamalardaki Altyapı Stabilizasyonu, Operasyonel Süreklilik ve TERT kavramları için kritik bir geçiş noktasıdır. Çünkü KBRNP olaylarında toparlanma süresi yalnızca teknik yeniden başlatma süresiyle belirlenmez; sağlık stabilizasyonunun sağlanması, dekontaminasyonun tamamlanması, alan güvenliği onayının verilmesi ve sağlık sisteminin güvenli hizmet sunumuna devam edebilmesi de toparlanma zamanını belirler. Bu nedenle

Halka 5–6, modelin hem klinik güvenlik hem de kurumsal süreklilik açısından en kritik ara bağlantılarından biridir.

Sonuç olarak Halka 5–6, KBRNP olay yönetiminde maruziyet sonrası sağlık yanıtını teknik ve klinik bir müdahale olmaktan çıkararak; dekontaminasyon kapasitesi, güvenli hasta akışı, klinik karar desteği, sağlık sistemi kapasitesi ve operasyonel süreklilik arasında kurulan bütünleşik bir dayanıklılık mekanizması olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, bireysel hasta bakımını sağlık sistemi düzeyindeki süreklilik hedefleriyle aynı karar düzleminde birleştirerek modelin özgün katkısını güçlendirmektedir.

#### **4.6. Halka 7–8: Altyapı Stabilizasyonu ve Operasyonel Süreklilik**

**Halka 7 — Altyapı Stabilizasyonu ve Halka 8 — Operasyonel Süreklilik**, modelin sistem düzeyindeki süreklilik boyutunu oluşturmaktadır. İlk altı halka tehdidin tanınması, maruziyetin azaltılması, dekontaminasyon ve tıbbi stabilizasyon üzerine yoğunlaşırken; Halka 7–8, KBRNP olayının sağlık, sanayi, kamu hizmetleri ve kritik altyapılar üzerindeki ikincil ve kademeli etkilerini yönetmeye odaklanmaktadır. Bu nedenle bu iki halka, KBRNP olay yönetimini yalnızca acil müdahale alanından çıkararak kritik işlevlerin sürdürülebilirliği ve kurumsal toparlanma kapasitesiyle ilişkilendirmektedir.

**Halka 7 — Altyapı Stabilizasyonu**, enerji, su, ulaşım, iletişim, sağlık, lojistik, dijital sistemler ve endüstriyel tesisler gibi kritik altyapıların KBRNP olayı sırasında temel işlevlerini sürdürebilmesini veya kabul edilebilir süre içinde güvenli biçimde yeniden işlevsel hâle getirilebilmesini hedefler. Bu halka yalnızca fiziksel hasarın giderilmesini değil; kontamine alanlara erişim, personel güvenliği, yedek sistemlerin devreye alınması, karşılıklı bağımlılıkların yönetilmesi, teknik yeniden işlevlendirme ve sektörler arası eşgüdümü de kapsar.

Kritik altyapı dayanıklılığı literatürü, altyapıların tekil ve bağımsız varlıklar olarak değil, karşılıklı bağımlılıkları olan ağ sistemleri olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Enerji kesintisi su teminini, iletişim kaybı sağlık koordinasyonunu, ulaşım aksaması antidot ve ekipman tedarikini, dijital sistemlerdeki kesinti ise komuta-kontrol ve iş sürekliliği kararlarını etkileyebilir. Bu nedenle KBRNP olaylarında altyapı stabilizasyonu, yalnızca teknik onarım değil; ağ temelli bağımlılıkların, kademeli etkilerin ve sektörler arası kararların birlikte yönetilmesi problemdir (Mottahedi et al., 2021; Zio, 2016).

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, acil teknik bakım, yedek sistemler, alternatif enerji ve iletişim kaynakları, geçici hizmet düzenlemeleri, saha erişim güvenliği ve altyapı müdahale ekiplerinden oluşur. **Bilgi Mimarisi**, altyapı izleme verileri, ağ durumu görünürlüğü, bağımlılık haritaları, arıza ve kesinti kayıtları, kontaminasyon alanı bilgisi ve kritik hizmet göstergelerini kapsar. **Karar Zekâsı** ise hangi altyapı işlevlerinin öncelikli korunacağına, hangi

hizmetlerin geçici olarak yeniden yapılandırılacağına, hangi sektörler arası bağımlılıkların kritik olduğuna ve kaynakların hangi sırayla tahsis edileceğine ilişkin kararları üretir.

**Halka 8 — Operasyonel Süreklilik**, kurumların KBRNP olayı sırasında ve sonrasında kritik ürün, hizmet ve işlevlerini kabul edilebilir düzeylerde sürdürebilmesini hedefler. Bu halka, ISO 22301'in iş sürekliliği yönetim sistemi mantığını KBRNP olaylarının maruziyet, dekontaminasyon, sağlık stabilizasyonu, alan güvenliği ve güvenli yeniden işletmeye alma dinamikleriyle birleştirir. Böylece süreklilik, yalnızca olaydan sonra devreye alınan belge temelli bir planlama faaliyeti olmaktan çıkar; olay ilerledikçe yeniden değerlendirilen, veri güdümlü ve karar merkezli bir operasyonel kapasite hâline gelir.

ISO 22301, kuruluşların bağlamını, kritik işlevlerini, iş etki analizini, toparlanma hedeflerini, süreklilik stratejilerini ve sürekli iyileştirme süreçlerini yapılandırmak için genel bir yönetim sistemi çerçevesi sağlamaktadır (ISO, 2019). Galaitsi ve arkadaşları, business continuity, operational resilience ve organizational resilience kavramları arasındaki ayrımı açıklayarak iş sürekliliğinin daha geniş bir dayanıklılık bağlamında ele alınması gerektiğini göstermektedir (Galaitis et al., 2023). Xing ve arkadaşlarının dinamik süreklilik değerlendirmesi yaklaşımı ise gerçek zamanlı veriler ve koşul izleme yoluyla süreklilik kararlarının olay ilerledikçe güncellenebileceğini ortaya koymaktadır (Xing et al., 2019). Bu yaklaşım, KBRNP olayları için özellikle önemlidir; çünkü süreklilik hedefleri kontaminasyon durumu, personel güvenliği, sağlık sistemi kapasitesi, altyapı erişimi ve düzenleyici onay süreçlerine bağlı olarak değişebilir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, alternatif süreçler, alternatif çalışma alanları, yedek personel, tedarik sürekliliği, uzaktan çalışma kapasitesi, kritik hizmetlerin kademeli sürdürülmesi ve acil durum prosedürlerinden oluşur. **Bilgi Mimarisi**, BCMS veri altyapısı, BIA sonuçları, kritik süreç haritaları, kaynak bağımlılıkları, RTO/RPO verileri, personel erişim bilgisi ve süreklilik performans göstergelerini kapsar. **Karar Zekâsı** ise hangi kritik işlevlerin sürdürüleceği, hangilerinin askıya alınacağı, hangi toparlanma hedeflerinin gerçekçi olduğu, KBRNP-RTO/KBRNP-RPO değerlerinin nasıl güncelleneceği ve TERT'in süreklilik kararlarına nasıl yansıtılacağına ilişkin kararları üretir.

Halka 8'in analitik farkı, iş sürekliliğini statik bir plan veya doküman düzeyinden çıkararak, KBRNP olayının gelişimine göre sürekli yeniden optimize edilen bir karar problemi olarak tanımlamasıdır. KBRNP olaylarında bir kurumun kritik işlevini ne zaman ve hangi düzeyde yeniden başlatabileceği yalnızca teknik kapasiteye bağlı değildir. Alanın güvenli olup olmadığı, dekontaminasyonun tamamlanıp tamamlanmadığı, personelin geri dönebilirliği, sağlık

stabilizasyonunun sağlanıp sağlanmadığı, altyapıların çalışabilirliği ve karar vericilerin güvenilir bilgiye erişip erişmediği de süreklilik kararlarının parçasıdır.

Bu bağlamda **TERT — Toxic Exposure Recovery Time**, mevcut literatürde yerleşik bir standart olarak değil, bu çalışmanın KBRNP bağlamında toparlanma metriklerini genişletmeye yönelik kavramsal önerisi olarak sunulmaktadır. TERT, RTO'nun yerine geçen bir metrik değildir; KBRNP bağlamında RTO hesaplamasını toksikolojik, klinik ve güvenlik temelli gecikmelerle tamamlayan bağlama duyarlı bir süreklilik parametresidir. Bu çalışmada TERT şu şekilde kavramsallaştırılmaktadır:

$$\text{TERT} = T_1 + T_2 + T_3$$

Burada:

- $T_1$  = sağlık stabilizasyonu süresi,
- $T_2$  = dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı süresi,
- $T_3$  = operasyonel yeniden devreye alma süresidir.

Bu formülasyon, KBRNP olaylarında toparlanmanın yalnızca teknik yeniden başlatma süresiyle açıklanamayacağını göstermektedir. Örneğin bir hastane biriminin, endüstriyel üretim hattının veya kritik altyapı tesisinin yeniden çalıştırılması için teknik sistemlerin hazır olması yeterli olmayabilir. Alanın güvenli ilan edilmesi, kontaminasyon riskinin kontrol altına alınması, personelin geri dönüşünün mümkün olması, tıbbi stabilizasyonun sağlanması ve kritik hizmetin güvenli düzeyde sürdürülebilmesi de gereklidir. TERT bu gecikmeleri görünür kılarak KBRNP-RTO kararlarının daha gerçekçi verilmesini sağlar.

Halka 7 ve Halka 8 birlikte değerlendirildiğinde, model KBRNP olaylarında sürekliliği iki tamamlayıcı düzeyde ele almaktadır. **Altyapı Stabilizasyonu**, fiziksel ve ağ temelli sistemlerin işlevsel kalmasını veya güvenli biçimde yeniden devreye alınmasını hedefler. **Operasyonel Süreklilik** ise bu altyapılar üzerinde çalışan kurumsal kritik işlevlerin hangi düzeyde, hangi sırayla ve hangi güvenlik koşulları altında sürdürüleceğini belirler. Başka bir ifadeyle Halka 7 “sistemlerin çalışabilirliği” ile ilgilenirken, Halka 8 “kritik işlevlerin sürdürülebilirliği” ile ilgilenir.

Sonuç olarak Halka 7–8, KBRNP olay yönetimini acil müdahale ve klinik yanıt sınırlarının ötesine taşıyan temel süreklilik halkalarıdır. Bu halkalar, kritik altyapı bağımlılıklarını, BCMS mantığını, KBRNP'ye özgü toparlanma değişkenlerini ve karar zekâsını aynı düzlemde birleştirir. Böylece model, KBRNP olaylarında dayanıklılığı yalnızca kontaminasyonun kontrol altına alınmasıyla değil; altyapıların işlevsel kalması, kritik hizmetlerin sürdürülmesi,

toparlanma hedeflerinin bağlama göre yeniden tanımlanması ve kararların gerçek zamanlı verilerle güncellenmesi üzerinden açıklamaktadır.

#### **4.7. Halka 9–10: Sistem Toparlanması ve Dayanıklılık Kültürü**

**Halka 9 — Sistem Toparlanması ve Halka 10 — Dayanıklılık Kültürü**, modelin olay sonrası adaptasyon ve kurumsal öğrenme boyutunu oluşturmaktadır. Bu iki halka, KBRNP olay yönetiminin olayın kontrol altına alınmasıyla sona ermediğini; sistemlerin güvenli biçimde yeniden işlevlendirilmesi, performans boşluklarının analiz edilmesi, zayıf noktaların düzeltilmesi ve öğrenilen derslerin kurumsal kapasiteye dönüştürülmesi gerektiğini vurgular. Bu nedenle Halka 9–10, modelin yalnızca “toparlanma” değil, aynı zamanda “gelecekte daha dayanıklı hâle gelme” aşamasını temsil eder.

**Halka 9 — Sistem Toparlanması**, KBRNP olayının ardından sağlık hizmetleri, kritik altyapılar, endüstriyel tesisler, kamu hizmetleri ve kurumsal süreçlerin kabul edilebilir veya daha yüksek bir performans düzeyine güvenli biçimde geri döndürülmesini hedefler. Ancak bu toparlanma, yalnızca eski duruma dönüş veya teknik onarım anlamına gelmez. Dayanıklılık mühendisliği literatürü toparlanmayı, sistemlerin değişen koşullar altında uyarlanması, yeniden yapılandırılması ve işlevsel kapasitesini yeniden kazanması olarak ele almaktadır (Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015). Bu nedenle Halka 9, KBRNP olaylarında iyileşmeyi bakım-onarım faaliyetiyle sınırlamaz; kontaminasyon sonrası güvenlik, kritik işlevlerin kademeli yeniden devreye alınması, kaynakların yeniden tahsisi ve sistem performansının veriyle izlenmesi süreçlerini de kapsar.

Kritik altyapı literatürü de teknik onarımın tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. KBRNP olaylarından sonra enerji, su, iletişim, ulaşım, sağlık ve dijital sistemler arasındaki karşılıklı bağımlılıklar yeniden değerlendirilmelidir. Bir altyapı bileşeninin teknik olarak onarılmış olması, sistemin tümüyle güvenli ve işlevsel olduğu anlamına gelmeyebilir. Bu nedenle zayıf nokta analizi, performans göstergeleri, bağımlılık haritaları, hizmet geri dönüş öncelikleri ve işlevsel yeniden tasarım birlikte ele alınmalıdır (Mottahedi et al., 2021). Halka 9’un analitik farkı tam da burada ortaya çıkar: toparlanmayı statik bir “geri dönüş” değil, veri destekli adaptif yeniden yapılandırma süreci olarak tanımlar.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, teknik onarım, kademeli geri dönüş, yeniden yapılandırma, kontamine alanların güvenli yeniden kullanımı, hizmetlerin aşamalı açılması ve kaynakların yeniden düzenlenmesini kapsar. **Bilgi Mimarisi**, olay sonrası analizler, performans verileri, hasar ve etki kayıtları, güvenlik onayı verileri, zayıf nokta analizleri, süreklilik performans göstergeleri ve geri dönüş izleme sistemlerinden oluşur. **Karar Zekâsı** ise hangi işlevlerin

önce geri döndürüleceği, hangi altyapıların öncelikli onarılacağı, hangi hizmetlerin geçici olarak farklı düzeyde sürdürüleceği, hangi risklerin kabul edilebilir olduğu ve hangi yatırımların öncelik taşıdığına ilişkin toparlanma kararlarını üretir.

**Halka 10 — Dayanıklılık Kültürü**, olaydan elde edilen derslerin kurumsal hafızaya, eğitim programlarına, tatbikatlara, prosedür revizyonlarına, politika güncellemelerine ve yatırım önceliklerine dönüştürülmesini hedefler. Bu halka, dayanıklılığı yalnızca olay sırasında gösterilen bir performans değil, kurumun zaman içinde geliştirdiği öğrenme, öngörme ve uyum sağlama kapasitesi olarak ele alır. ISO 22301’in sürekli iyileştirme mantığı ile dayanıklılık mühendisliğinin öğrenme, izleme, yanıt verme ve öngörme yetenekleri bu halkada birleşmektedir (Hollnagel, 2014; ISO, 2019; Righi et al., 2015).

Halka 10’un temel katkısı, organizasyonu yalnızca olay sonrası toparlanan bir yapı olarak değil; yaşanan olaydan sonra daha yetkin, daha hazırlıklı ve daha öğrenen bir sisteme dönüşebilen bir yapı olarak tanımlamasıdır. Bu nedenle dayanıklılık kültürü, yalnızca eğitim verilmesi veya prosedür güncellenmesi anlamına gelmez. Aynı zamanda kurumun risk algısının gelişmesi, karar süreçlerinin iyileşmesi, kurumlar arası koordinasyonun güçlenmesi, bilgi paylaşımının kurumsallaşması, tatbikatların öğrenme döngüsüne bağlanması ve geçmiş deneyimlerin gelecekteki hazırlığa aktarılması anlamına gelir.

Bu halkada **Operasyonel Yetenek**, eğitim, tatbikat, prosedür revizyonu, yetkinlik geliştirme, kaynak planlaması ve kurumsal hazırlık kapasitesinin artırılmasını kapsar. **Bilgi Mimarisi**, kurumsal hafıza, olay sonrası değerlendirme raporları, öğrenilen dersler, performans kayıtları, tatbikat çıktıları, düzeltici faaliyet kayıtları ve bilgi paylaşım mekanizmalarından oluşur. **Karar Zekâsı** ise hangi derslerin politika değişikliğine dönüştürüleceğini, hangi prosedürlerin revize edileceğini, hangi yatırımların önceliklendirileceğini, hangi eğitimlerin zorunlu hâle getirileceğini ve hangi kırılganlıkların stratejik düzeyde ele alınacağını belirleyen öğrenme odaklı karar kapasitesidir.

Halka 9 ve Halka 10 birlikte değerlendirildiğinde, model toparlanmayı tek seferlik bir olay sonrası faaliyet olarak değil, adaptif toparlanma → öğrenme → yeniden tasarım → hazırlık düzeyinin yükseltilmesi döngüsü olarak tanımlamaktadır. Bu döngü, önceki halkalara geri besleme üretir. Örneğin Halka 9’da belirlenen bir altyapı kırılganlığı, Halka 7’deki altyapı stabilizasyon planlarının revizyonuna yol açabilir. Dekontaminasyon kapasitesindeki bir darboğaz, Halka 5’in operasyonel prosedürlerini ve eğitim ihtiyaçlarını değiştirebilir. Karar gecikmesi veya bilgi akışı sorunu ise Halka 0’daki karar dayanıklılığı yapısının güçlendirilmesini gerektirebilir. Böylece modelin son

halkaları, ilk halkaların yalnızca sonucu değil; aynı zamanda onların yeniden tasarlanmasını sağlayan öğrenme mekanizmasıdır.

Sonuç olarak Halka 9–10, KBRNP olay yönetiminde dayanıklılığı statik bir özellik olmaktan çıkarak, kurumsal öğrenme ve adaptif kapasiteye dayalı dinamik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımda başarılı bir KBRNP yönetimi, yalnızca olayın kontrol altına alınması veya sistemlerin yeniden çalıştırılmasıyla ölçülmez. Asıl başarı, olay sonrasında sistemin hangi zayıflıkları görünür kıldığı, hangi karar süreçlerini iyileştirdiği, hangi bilgi akışlarını güçlendirdiği ve gelecekteki olaylara karşı ne ölçüde daha hazırlıklı hâle geldiğiyle değerlendirilir.

#### 4.8. Kavramsal Sınırlar ve Halkalar Arası Geçişler

Modelin açıklayıcı gücü, yalnızca halkaların tek tek tanımlanmasına değil, bu halkalar arasındaki **kavramsal sınırların, işlevsel ayrımların ve geçiş mekanizmalarının** net biçimde kurulmasına bağlıdır. KBRNP olay yönetimi doğası gereği iç içe geçen teknik, klinik, bilişsel, altyapısal ve kurumsal süreçlerden oluşur. Bu nedenle modelin analitik değeri, her halkayı bağımsız bir işlem basamağı olarak ayırmasından çok, bu halkaların hangi işlevi temsil ettiğini ve hangi koşullarda birbirine geçtiğini açıklayabilmesinde ortaya çıkar.

Bu bağlamda **Tehdit Tespiti** ile **Risk Analizi** arasındaki ayrım özellikle önemlidir. Tehdit Tespiti, olağandışı bir KBRNP göstergesinin fark edilmesini, doğrulanmasını ve erken uyarıya dönüştürülmesini kapsar. Risk Analizi ise tespit edilen tehdidin kapsamını, yayılım olasılığını, toksikolojik veya biyolojik etkilerini, sağlık sistemi yükünü, altyapı etkilerini ve operasyonel süreklilik sonuçlarını değerlendirir. Başka bir ifadeyle Tehdit Tespiti “bir şey oluyor mu?” sorusuna; Risk Analizi ise “bu olay ne anlama geliyor ve hangi sonuçları doğurabilir?” sorusuna yanıt verir.

Benzer şekilde **Risk Analizi** ile **Karar Zekâsı** birbirinden ayrılmalıdır. Risk Analizi, tehdidin büyüklüğünü, olası etkilerini ve önceliklendirilmiş risk düzeyini üretir. Ancak bu değerlendirmenin eyleme dönüştürülmesi, yani hangi alanın kapatılacağı, hangi nüfus grubunun korunacağı, hangi kaynağın nereye yönlendirileceği veya hangi kritik işlevin önce sürdürüleceği gibi kararlar **Karar Zekâsı** katmanının işlevidir. Bu ayrım, modelin yalnızca analitik değerlendirme değil, eyleme bağlanan bir karar mimarisi sunduğunu göstermesi açısından önemlidir.

**Sınırlandırma** ile **Maruziyet Azaltma** arasında da işlevsel bir ayrım vardır. Sınırlandırma, kontaminasyonun veya tehdidin mekânsal ve operasyonel yayılımını kontrol etmeye odaklanır. Alan izolasyonu, güvenlik çevresi, erişim kontrolü ve yayılımı önleyici operasyonel düzenlemeler bu halkaya dahildir.

Maruziyet Azaltma ise insanların, müdahale personelinin ve hassas grupların ajanla temasını azaltmaya yöneliktir. Tahliye, yerinde sığınma, kişisel koruyucu donanım kullanımı ve halk uyarısı bu kapsamdadır. Dolayısıyla Sınırlandırma daha çok “tehdidin yayılımını kontrol etme”, Maruziyet Azaltma ise “insanların tehditle temasını azaltma” işlevini temsil eder.

**Dekontaminasyon** ile **Tıbbi Stabilizasyon** arasındaki sınır da açık tutulmalıdır. Dekontaminasyon, ikincil maruziyet zincirini kırmak ve kontaminasyon yükünü azaltmak için insan, ekipman, çevre ve alan üzerinde yürütülen temizleme ve güvenli akış süreçlerini kapsar. Tıbbi Stabilizasyon ise maruziyete bağlı fizyolojik etkilerin kontrol altına alınmasını, triyajı, antitod uygulamasını, yoğun bakım yönetimini ve klinik kapasitenin korunmasını hedefler. Bu iki halka güçlü biçimde ilişkili olsa da biri kontaminasyon yükünü azaltmaya, diğeri klinik ve sağlık sistemi işlevlerini sürdürmeye odaklanır.

**Altyapı Stabilizasyonu** ile **Operasyonel Süreklilik** arasındaki ayrım modelin sistem düzeyindeki açıklayıcılığı açısından kritiktir. Altyapı Stabilizasyonu, enerji, su, iletişim, ulaşım, sağlık, dijital sistemler ve endüstriyel altyapılar gibi fiziksel ve ağ temelli sistemlerin işlevde tutulmasına veya güvenli biçimde yeniden devreye alınmasına odaklanır. Operasyonel Süreklilik ise bu altyapılar üzerinde çalışan kurumların kritik işlevlerini hangi sırayla, hangi kapasite düzeyinde ve hangi güvenlik koşulları altında sürdüreceğini ele alır. Kısaca Halka 7 “sistemlerin çalışabilirliği” ile; Halka 8 ise “kritik işlevlerin sürdürülebilirliği” ile ilgilidir.

**Sistem Toparlanması** ve **Dayanıklılık Kültürü** de birbirinden ayrılmalıdır. Sistem Toparlanması, olay sonrasında teknik, klinik, altyapısal ve kurumsal işlevlerin güvenli biçimde geri kazanılmasını ve yeniden yapılandırılmasını kapsar. Dayanıklılık Kültürü ise bu toparlanma deneyiminden öğrenilen derslerin kurumsal hafızaya, eğitime, tatbikatlara, prosedürlere ve politika güncellemelerine aktarılmasını ifade eder. Bu nedenle Sistem Toparlanması “işlevi geri kazanma”, Dayanıklılık Kültürü ise “deneyimi kurumsal kapasiteye dönüştürme” halkasıdır.

Bu kavramsal ayrımlar, modelin aşırı örtüşmeye düşmesini önlemek için gereklidir. Karmaşık sosyo-teknik sistemlerde süreçler çoğu zaman eş zamanlı ve karşılıklı bağımlı biçimde ilerler; ancak analitik modelleme açısından her işlevin ayırt edilebilir bir rolünün bulunması gerekir. Dayanıklılık mühendisliği literatürü de karmaşık sistemlerde performansın yalnızca parçaların varlığıyla değil, bu parçaların nasıl etkileştiği, nasıl uyum sağladığı ve nasıl geri besleme ürettiğiyle anlaşılabilirliğini göstermektedir (Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015).

Halkalar arası geçişler, bu çalışmada **Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi — Cognitive Resilience Architecture, CRA** tarafından yapılandırılan dört aşamalı döngü üzerinden açıklanmaktadır:

**durum farkındalığı → öngörü → karar → adaptif yanıt**

Bu döngü, modelin halkalar arasında nasıl hareket ettiğini ve değişen koşullara nasıl uyum sağladığını gösterir. Önce sistem mevcut durumu algılar ve anlamlandırır; ardından olası etkileri ve gelişim yönünü öngörür; sonra önceliklendirilmiş karar üretir; son olarak bu kararı operasyonel yanıtla dönüştürür. Bu süreç tek seferlik değildir. KBRNP olaylarında her adaptif yanıt yeni bilgi üretir; bu bilgi tekrar durum farkındalığını günceller ve yeni karar döngülerini başlatır.

Bu nedenle halkalar arası geçişler katı, tek yönlü ve tamamen ardışık değildir. Örneğin Risk Analizi, Sınırlandırma kararlarını tetikleyebilir; ancak sahadan gelen yeni kontaminasyon verileri risk analizinin yeniden yapılmasını gerektirebilir. Dekontaminasyon kapasitesindeki bir darboğaz, tıbbi stabilizasyon önceliklerini değiştirebilir. Altyapı stabilizasyonundaki bir gecikme, operasyonel süreklilik hedeflerini yeniden tanımlatabilir. Olay sonrası sistem toparlanmasında saptanan bir zayıflık ise Dayanıklılık Kültürü yoluyla Halka 0'daki karar dayanıklılığı yapısının, Halka 1'deki tespit kapasitesinin veya Halka 8'deki süreklilik planlarının yeniden tasarlanmasına yol açabilir.

Bu yapı, modeli basit bir müdahale sıralaması olmaktan çıkarır. Halka 0 tarafından desteklenen 10 halkalı yapı, KBRNP olay yönetimini öğrenen, geri besleme üreten, yeniden önceliklendirebilen ve değişen koşullara uyum sağlayabilen bir operasyonel dayanıklılık sistemi olarak tanımlar. Böylece model, KBRNP olaylarını tek bir “yanıt zinciri” şeklinde değil; veri temelli, bilişsel olarak desteklenmiş, süreklilik odaklı ve sosyo-teknik bir mimari olarak ele alır (Endsley, 1995, 2018; Hollnagel, 2014; Kegyes et al., 2024).

Sonuç olarak bu bölümde yapılan kavramsal sınırlandırma, modelin hem teorik netliğini hem de uygulama değerini artırmaktadır. Teorik düzeyde, her halkanın özgül işlevi ve diğer halkalardan farkı belirginleşmektedir. Uygulama düzeyinde ise karar vericiler, KBRNP olayının hangi aşamasında hangi bilgiye, hangi operasyonel kapasiteye ve hangi karar mantığına ihtiyaç duyulduğunu daha açık biçimde görebilmektedir. Bu yönüyle model, yalnızca olay yönetimini açıklayan bir kavramsal şema değil; karar, bilgi ve süreklilik süreçlerini birbirine bağlayan uygulanabilir bir dayanıklılık mimarisi sunmaktadır.

## 5. ISO 22301 İLE ENTEGRASYON VE KURUMSAL DAYANIKLILIK BOYUTU

### 5.1. ISO 22301 Madde Yapısı ile Modelin Eşleştirilmesi

International Organization for Standardization'ın ISO 22301:2019 standardı, iş sürekliliği yönetim sistemi — Business Continuity Management System, BCMS — için kuruluşların bağlamını tanımlamasını, kritik ürün ve hizmetlerini belirlemesini, kesinti risklerini değerlendirmesini, iş etki analizi yürütmesini, süreklilik stratejileri geliştirmesini, performansı izlemesini ve sürekli iyileştirme mekanizmalarını işletmesini sağlayan sistematik bir yönetim çerçevesi sunmaktadır (International Organization for Standardization [ISO], 2019). Standardın temel mantığı, yıkıcı olaylara yalnızca tepki vermek değil; kritik operasyonların ve hizmetlerin kabul edilebilir düzeylerde sürdürülebilmesini veya belirlenen süreler içinde güvenli biçimde yeniden başlatılabilmesini sağlayacak kurumsal kapasiteyi önceden yapılandırmaktır.

Bu yönüyle ISO 22301, KBRNP olay yönetimi için doğrudan tasarlanmış bir teknik müdahale standardı değildir. Bununla birlikte, KBRNP olaylarının kurumlar, kritik altyapılar, sağlık sistemleri, endüstriyel tesisler ve kamu hizmetleri üzerindeki süreklilik etkilerini değerlendirmek için güçlü bir yönetim sistemi dili sağlamaktadır. Özellikle kuruluş bağlamı, liderlik, planlama, destek, operasyon, performans değerlendirme ve iyileştirme maddeleri; KBRNP olaylarında karar sorumluluklarının, kritik işlevlerin, kaynak bağımlılıklarının, toparlanma hedeflerinin ve öğrenme mekanizmalarının tanımlanması açısından uyarlanabilir bir çerçeve sunar.

Business continuity management, operational resilience ve organizational resilience ayrımlarını inceleyen çalışmalar da iş sürekliliği yönetiminin yalnızca teknik toparlanma veya kriz sonrası planlama faaliyeti olarak değil; daha geniş bir operasyonel ve kurumsal dayanıklılık tartışması içinde ele alınması gerektiğini göstermektedir (Galaitis et al., 2023). Bu bakış açısı, Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli ile uyumludur. Çünkü model, KBRNP olay yönetimini yalnızca maruziyetin sınırlandırılması veya klinik yanıt üzerinden değil; karar sürekliliği, bilgi mimarisi, kritik altyapı işlevleri, operasyonel süreklilik ve kurumsal öğrenme üzerinden yapılandırmaktadır.

Bu bağlamda ISO 22301, önerilen model için üç düzeyde kurumsal entegrasyon zemini sağlar. Birincisi, KBRNP tehdit ortamının ve kritik bağımlılıkların kuruluş bağlamına dahil edilmesini mümkün kılar. İkincisi, liderlik, rol netliği, yetki devri, kaynak planlaması, eğitim ve tatbikat gibi unsurları iş sürekliliği yönetim sistemi içinde kurumsallaştırır. Üçüncüsü, operasyon, performans değerlendirme ve

iyileştirme maddeleri aracılığıyla KBRNP'ye özgü hazırlık, yanıt, toparlanma ve öğrenme süreçlerinin ölçülebilir biçimde izlenmesini destekler.

Ancak ISO 22301'in KBRNP bağlamında kullanılabilmesi için standardın genel yönetim sistemi mantığının bağlama duyarlı biçimde genişletilmesi gerekir. Çünkü KBRNP olaylarında süreklilik yalnızca bir sürecin teknik olarak yeniden başlatılmasına bağlı değildir. Toksikolojik maruziyet, dekontaminasyon ihtiyacı, alan güvenliği onayı, personelin güvenli geri dönüşü, sağlık stabilizasyonu, kritik altyapı bağımlılıkları, düzenleyici izinler ve kontamine veya erişime kapalı alan koşulları süreklilik kararlarını doğrudan etkiler. Bu nedenle bu çalışma, ISO 22301 ile uyumlu fakat KBRNP'ye özgü genişletmeler içeren bir eşleştirme önermektedir.

**Tablo 3.** ISO 22301:2019 ile Halka 0 Destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modelinin Eşleştirilmesi

ISO 22301 maddesi	İlgili halka(lar)	KBRNP-özümlü genişletme	Önerilen metrik / gösterge
<b>Madde 4: Kuruluşun bağlamı</b>	0, 1, 7, 8	KBRNP tehdit ortamının, çok kurumlu paydaş yapısının, kritik altyapı bağımlılıklarının, kontamine/erişime kapalı alan varsayımlarının ve sağlık sistemi bağımlılıklarının BCMS kapsamına dahil edilmesi	KBRNP risk kaydı kapsamı; kritik bağımlılık haritası tamlığı; kontamine alan varsayımı kapsama düzeyi
<b>Madde 5: Liderlik</b>	0, 10	Kriz liderliği, çok kurumlu komuta, yetki devri, merkezi-yerel karar sınırları, kriz iletişimi rolleri ve karar sorumluluklarının tanımlanması	Karar gecikmesi; rol netliği skoru; komuta geçiş süresi; karar yetkisi tanımlılık düzeyi
<b>Madde 6: Planlama</b>	1, 2, 7, 8	KBRNP senaryoları, toksik/radyolojik yayılım varsayımları, sağlık sistemi yükü, kademeli altyapı etkileri ve kritik işlev kaybı varsayımlarının planlamaya eklenmesi	KBRNP senaryo kapsama oranı; KBRNP-BIA tamamlanma düzeyi; kritik işlev önceliklendirme skoru
<b>Madde 7: Destek</b>	0, 1, 5, 6, 10	Eğitim, tatbikat, dekontaminasyon kapasitesi, sağlık personelinin korunması, veri paylaşımı, uzman erişimi, iletişim altyapısı ve karar destek kaynaklarının kurulması	Eğitim/tatbikat kapsama oranı; dekontaminasyon kapasitesi; hastane surge readiness; uzman erişim süresi
<b>Madde 8: Operasyon</b>	1-9	Tehdit tespiti, risk analizi, sınırlandırma, maruziyet azaltma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı koruma ve süreklilik planlarının entegre işletilmesi	Tespit→karar süresi; dekontaminasyon çevrim süresi; KBRNP-RTO; KBRNP-RPO; TERT

<b>Madde 9: Performans değerlendirme</b>	0, 6, 8, 9, 10	KBRNP tatbikatları, olay sonrası değerlendirme, sağlık sistemi performansı, toparlanma süreleri, bilgi akışı performansı ve karar kalitesinin izlenmesi	Tespit→karar süresi; klinik stabilizasyon süresi; kritik işlev geri dönüş süresi; bilgi akışı kesinti süresi
<b>Madde 10: İyileştirme</b>	9, 10	Olay sonrası derslerin politika, prosedür, eğitim, tatbikat tasarımı, altyapı yatırımı ve BCMS revizyonlarına dönüştürülmesi	Kapanan düzeltici faaliyet oranı; prosedüre aktarılan ders sayısı; tatbikat sonrası iyileştirme tamamlama oranı

*Not. Tablo, ISO 22301:2019'un yönetim sistemi maddelerini Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli ile kavramsal olarak eşleştirmektedir. Eşleştirme, ISO standardının KBRNP'ye özgü bir teknik müdahale standardı olduğunu varsaymamaktadır; standardın iş sürekliliği yönetim sistemi mantığını KBRNP bağlamında karar sürekliliği, kritik altyapı bağımlılıkları, sağlık sistemi yanıtı, dekontaminasyon, güvenli yeniden işletmeye alma ve kurumsal öğrenme süreçleriyle genişletmektedir. TERT, bu çalışmanın önerdiği kavramsal bir süreklilik parametresidir; ISO 22301'de yerleşik bir metrik değildir. Tablo; ISO (2019), NATO'nun KBRNP savunma politikası, sağlık hazırlığına ilişkin kurumsal rehberler ve süreklilik/altyapı literatürünün sentezinden türetilmiştir (Galaitis et al., 2023; ICRC, 2023; ISO, 2019; Mottahedi et al., 2021; NATO, 2022; WHO, 2009; Xing et al., 2019; Zio, 2016).*

## **5.2. KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT'in Tanımlanması**

ISO 22301, iş etki analizi — Business Impact Analysis, BIA — toparlanma hedefleri ve süreklilik planlaması için genel bir yönetim sistemi çerçevesi sağlar. Ancak standardın amacı, her tehlike türüne özgü operasyonel, toksikolojik, klinik veya güvenlik parametrelerini ayrıntılı biçimde tanımlamak değildir; kuruluşların bu parametreleri kendi bağlamlarına göre belirleyebileceği sistematik bir iş sürekliliği yönetim yapısı kurmaktır (ISO, 2019). Bu nedenle KBRNP bağlamında klasik BIA, RTO ve RPO gibi süreklilik araçlarının doğrudan ve değişmeden uygulanması sınırlı kalabilir.

KBRNP olayları, diğer kesinti türlerinden farklı olarak yalnızca işlev kaybı, fiziksel hasar, veri kaybı veya tedarik zinciri aksamı üretmez. Aynı zamanda toksikolojik maruziyet, kontamine alanlar, dekontaminasyon gereksinimi, sağlık stabilizasyonu, personelin güvenli erişimi, laboratuvar ve sensör verisinin güvenilirliği, kritik altyapı bağımlılıkları ve düzenleyici güvenlik onayı gibi ek değişkenler üretir. Bu nedenle KBRNP bağlamında iş sürekliliği yönetimi, yalnızca teknik yeniden başlatma veya belge temelli toparlanma planlaması olarak değil; maruziyet, güvenlik, sağlık, altyapı ve karar süreçlerini birlikte ele alan dinamik bir süreklilik yaklaşımı olarak yapılandırılmalıdır.

Business continuity ile operational resilience arasındaki kavramsal ayrımı tartışan çalışmalar, iş sürekliliği yönetiminin daha geniş bir dayanıklılık yaklaşımı içinde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Galaitis et al.,

2023). Dinamik iş sürekliliği değerlendirmesi yaklaşımı ise süreklilik kararlarının olay verileri, koşul izleme ve ardışık tahmin yöntemleriyle güncellenebileceğini ortaya koymaktadır (Xing et al., 2019). Bu iki yaklaşım birlikte değerlendirildiğinde, KBRNP bağlamında BCMS'nin statik bir planlama mantığından çıkarılarak olay ilerledikçe güncellenebilen, bağlama duyarlı ve karar destekli bir süreklilik modeline dönüştürülmesi gerektiği görülmektedir.

Bu çalışma bu zeminde dört kavramsal genişletme önermektedir: **KBRNP-BIA**, **KBRNP-RTO**, **KBRNP-RPO** ve **TERT**. Bu kavramlar ISO 22301'in yerine geçen ayrı bir standart veya hazır metrik seti olarak değil; ISO 22301'in genel iş sürekliliği mantığını KBRNP koşullarına uyarlayan bağlama özgü kavramsal uzantılar olarak ele alınmaktadır.

**KBRNP-BIA**, klasik iş etki analizinin KBRNP koşullarına uyarlanmış biçimidir. Klasik BIA, kritik süreçlerin kesintiye uğraması halinde ortaya çıkacak finansal, operasyonel, yasal, itibari ve hizmet sunumu etkilerini analiz eder. KBRNP-BIA ise bu analiz alanını toksikolojik ve güvenlik temelli değişkenlerle genişletir. Bu kapsamda yalnızca finansal kayıp veya hizmet kesintisi değil; maruziyetin sağlık sistemi üzerindeki yükü, dekontaminasyon kapasitesi, kontamine alan erişilebilirliği, personelin güvenli geri dönüşü, kritik altyapı bağımlılıkları, tıbbi malzeme ve antidot tedariki, bilgi sistemlerinin güvenilirliği ve kurumlar arası koordinasyon gereksinimleri de değerlendirilmelidir (ICRC, 2023; Mottahedi et al., 2021; WHO, 2009; Zio, 2016).

**KBRNP-RTO**, klasik Recovery Time Objective kavramının KBRNP bağlamında genişletilmiş biçimidir. Klasik RTO, bir kritik işlevin kabul edilebilir kesinti süresini ve ne kadar sürede yeniden başlatılması gerektiğini tanımlar. KBRNP-RTO ise bu süreyi yalnızca teknik yeniden çalıştırma kapasitesiyle değil; sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyonun tamamlanması, alan güvenliği onayı, personelin güvenli erişimi, altyapı işlevselliği ve düzenleyici gereklilikler ile birlikte değerlendirir. Dolayısıyla KBRNP-RTO, bir işlevin “ne zaman yeniden başlatılabileceği” kadar, “hangi güvenlik ve sağlık koşulları sağlandığında yeniden başlatılabileceği” sorusuna da yanıt arar.

**KBRNP-RPO**, klasik Recovery Point Objective kavramının KBRNP koşullarında genişletilmiş biçimidir. Klasik RPO, kabul edilebilir veri kaybı düzeyini ve hangi noktaya kadar verinin geri kazanılması gerektiğini ifade eder. KBRNP-RPO ise yalnızca kurumsal veri tabanlarının kurtarılmasını değil; sensör verileri, laboratuvar sonuçları, komuta-kontrol kayıtları, hasta izleme verileri, saha gözlemleri, gözetim verileri, yayılım modellemeleri ve karar kayıtlarının güvenli biçimde korunmasını ve karar süreçlerine aktarılmasını kapsar. KBRNP bağlamında veri sürekliliği, yalnızca bilgi teknolojileri sorunu değil; karar kalitesi, hesap verebilirlik, operasyonel koordinasyon ve sağlık güvenliği sorunudur.

Bu üç kavramsal uzantı, KBRNP olaylarında iş sürekliliği yönetiminin daha gerçekçi biçimde yapılandırılmasını sağlar. Ancak KBRNP bağlamında toparlanma süresini etkileyen özel bir zaman bileşeni daha vardır: toksikolojik ve güvenlik temelli gecikmeler. Bu nedenle çalışma, dördüncü ve en özgün kavramsal genişletme olarak **TERT — Toxic Exposure Recovery Time** kavramını önermektedir.

**TERT**, bir kurumun, kritik altyapının, sağlık biriminin veya endüstriyel tesisin KBRNP olayı sonrasında kabul edilebilir operasyonel seviyeye güvenli biçimde dönebilmesi için gereken toplam süreyi ifade eder. TERT, klasik RTO'nun yerine geçen bir metrik değildir. Bunun yerine, RTO hesaplamasında çoğu zaman görünür olmayan toksikolojik, klinik ve alan güvenliği temelli gecikmeleri görünür kılan tamamlayıcı bir süreklilik parametresidir.

Bu çalışmada TERT şu şekilde kavramsallaştırılmaktadır:

$$\mathbf{TERT = T_1 + T_2 + T_3}$$

Burada:

- **T<sub>1</sub> = Sağlık stabilizasyonu süresi:** Maruz kalan bireylerin, çalışanların veya kritik personelin klinik olarak stabilize edilmesi; akut sağlık risklerinin kontrol altına alınması ve sağlık sisteminin güvenli hizmet sunumuna devam edebilir hâle gelmesi için gereken süre.
- **T<sub>2</sub> = Dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı süresi:** İnsan, ekipman, çevre veya tesis düzeyinde kontaminasyonun azaltılması; güvenlik ölçümlerinin yapılması; alanın yeniden erişim veya kullanım için güvenli kabul edilmesi için gereken süre. Operasyonel açıdan T<sub>2</sub>, ilgili alanın sıcak veya ılık alan statüsünden soğuk alan statüsüne geçişinin onaylanması için gereken süredir (bkz. Halka 3, Operasyonel Alan Mimarisi). Bu onay verilmeden bir bölge teknik olarak kullanılabilir görünse bile operasyonel açıdan güvenli kabul edilemez.
- **T<sub>3</sub> = Operasyonel yeniden devreye alma süresi:** Kritik süreçlerin, altyapıların, personel düzeninin, tedarik akışlarının, bilgi sistemlerinin ve hizmet kapasitesinin kabul edilebilir operasyonel düzeyde yeniden çalıştırılması için gereken süre.

Bu formülasyon, KBRNP bağlamında toparlanmanın yalnızca teknik yeniden başlatma veya sistem onarımıyla açıklanamayacağını göstermektedir. Örneğin bir üretim hattı teknik olarak çalışabilir durumda olsa bile, alan güvenliği onayı tamamlanmamışsa veya personelin güvenli geri dönüşü mümkün değilse operasyonel süreklilik sağlanmış sayılmaz. Benzer biçimde bir hastane birimi fiziksel olarak kullanılabilir olsa bile, dekontaminasyon tamamlanmadan, hasta akışı güvenli

biçimde düzenlenmeden ve klinik kapasite stabilize edilmeden hizmetin tam anlamıyla yeniden başlatılması riskli olabilir.

Bu nedenle TERT, KBRNP-RTO kararlarını destekleyen tamamlayıcı bir parametre olarak ele alınmalıdır. KBRNP-RTO, kritik işlevin kabul edilebilir sürede yeniden devreye alınması hedefini tanımlar; TERT ise bu hedefin KBRNP'ye özgü sağlık, dekontaminasyon ve güvenlik koşulları altında ne kadar gerçekçi olduğunu değerlendirmeye yardımcı olur. Başka bir ifadeyle KBRNP-RTO hedefi, TERT bileşenleri dikkate alınmadan belirlenirse, toparlanma planı operasyonel olarak uygulanabilir fakat güvenlik açısından eksik kalabilir.

Bu çerçevede KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT birbirini tamamlayan dört kavramsal araç olarak değerlendirilebilir. KBRNP-BIA, hangi kritik işlevlerin ve bağımlılıkların etkilendiğini ortaya koyar. KBRNP-RTO, bu işlevlerin ne kadar sürede ve hangi koşullarda geri döndürülmesi gerektiğini tanımlar. KBRNP-RPO, karar ve koordinasyon için gerekli verinin hangi düzeyde korunması gerektiğini belirler. TERT ise toparlanma sürecinin toksikolojik, klinik ve alan güvenliği kaynaklı zaman boyutunu görünür kılar.

Bu kavramlar ISO standardında hazır KBRNP metrikleri olarak yer almamaktadır. Burada önerilenler, ISO 22301'in genel yönetim sistemi mantığının KBRNP bağlamına uyarlanmış kavramsal uzantılarıdır. Dinamik süreklilik değerlendirmesi ile kritik altyapı risk ve dayanıklılık literatürü, böyle bir zaman boyutlu genişletmenin yönetsel açıdan makul olduğunu desteklemektedir (Mottahedi et al., 2021; Xing et al., 2019; Zio, 2016). Böylece bu bölüm, KBRNP olaylarını yalnızca acil müdahale veya teknik toparlanma sorunu olarak değil; ölçülebilir, karar destekli ve bağlama duyarlı bir iş sürekliliği problemi olarak yeniden tanımlamaktadır.

### **5.3. Kurumsal Yönetişim, Roller ve Sorumluluklar**

ISO 22301, liderlik, sorumlulukların tanımlanması, yetkinlik, iletişim, dokümanite bilgi ve sürekli iyileştirme boyutlarını iş sürekliliği yönetim sisteminin temel unsurları arasında konumlandırmaktadır (ISO, 2019). Bu yaklaşım, iş sürekliliğinin yalnızca teknik planlardan veya prosedürlerden oluşmadığını; üst yönetim sahipliği, açık rol dağılımı, karar yetkisi, kaynak tahsisi ve performans izlemesi gerektiren kurumsal bir yönetim sistemi olduğunu göstermektedir. KBRNP bağlamında bu yönetim boyutu daha da kritik hâle gelir; çünkü bu tür olaylar sağlık, acil durum yönetimi, güvenlik, kritik altyapı işletmecileri, yerel yönetimler, merkezi otoriteler, endüstriyel tesisler ve toplum düzeyindeki aktörlerin eş zamanlı ve uyumlu hareket etmesini gerektirir.

KBRNP olaylarında yönetim başarısı, yalnızca hangi kurumun hangi görevi üstleneceğinin önceden belirlenmesine bağlı değildir. Aynı zamanda hangi kararların

merkezi düzeyde, hangilerinin yerel veya saha düzeyinde alınacağı; karar yetkisinin kriz sırasında nasıl devredileceği; uzman görüşü, saha verisi ve zaman baskısının nasıl dengeleneceği; acil durum planları ile iş sürekliliği planlarının hangi noktada birleşeceği; ve kritik bilginin kurumlar arasında ne kadar hızlı, güvenilir ve anlaşılabilir biçimde paylaşılacağı da belirleyicidir. Bu nedenle KBRNP yönetişimi, yalnızca prosedürel görev dağılımı değil; çok aktörlü, veri destekli ve zaman duyarlı bir karar koordinasyonu problemi olarak ele alınmalıdır.

NATO'nun 2022 KBRNP politikası, ulusal dayanıklılık ile savunma ve müdahale kapasitesinin birbirini tamamlayan unsurlar olduğunu vurgulamaktadır (NATO, 2022). Bu yaklaşım, KBRNP olaylarının yalnızca tek bir kurumun veya tek bir müdahale zincirinin sınırları içinde yönetilemeyeceğini göstermektedir. Benzer biçimde ICRC'nin sağlık hazırlığı yaklaşımı, kontamine mağdurların güvenli yönetimi için ilk müdahale ekipleri, sağlık kuruluşları ve destek birimleri arasında net rol dağılımının, güvenli hasta akışının ve koordinasyonun kritik olduğunu ortaya koymaktadır (ICRC, 2023). Dolayısıyla KBRNP bağlamında yönetim, müdahale kurumları ile süreklilikten sorumlu kurumsal yapılar arasında güçlü bir bağlantı kurulmasını gerektirir.

Bu çalışmada önerilen Halka 0 destekli 10 Halkalı Model'de **Halka 0 — Karar Dayanıklılığı**, ISO 22301'in liderlik ve yönetim mantığını operasyonel düzeye taşıyan temel yapı olarak işlev görmektedir. Halka 0, kriz liderliği, çok kurumlu komuta, yetki devri, rol netliği, ortak operasyon resmi ve stratejik önceliklendirme kapasitesini bütünleştirir. Böylece liderlik yalnızca üst düzey karar verme fonksiyonu olarak değil; tüm halkalarda karar sürekliliğini, bilgi bütünlüğünü ve operasyonel uyumu koruyan bilişsel-yönetimsel bir omurga olarak konumlandırılır.

Kurumsal roller açısından modelde üç yönetim düzeyi ayırt edilebilir. Birinci düzey **stratejik yönetişimdir**. Bu düzey, üst yönetim, merkezi otoriteler, kriz kurulları ve politika yapıcı aktörler tarafından yürütülür. Temel işlevleri; önceliklerin belirlenmesi, kaynak tahsisi, yetki devri, kritik işlevlerin korunması ve kurumlar arası koordinasyonun güvence altına alınmasıdır. İkinci düzey **operasyonel yönetişimdir**. Bu düzey, acil müdahale ekipleri, sağlık kurumları, altyapı işletmecileri, güvenlik birimleri ve saha koordinasyon yapıları tarafından yürütülür. Temel işlevleri; tespit, sınırlandırma, dekontaminasyon, tıbbi stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu ve operasyonel sürekliliğin sahada uygulanmasıdır. Üçüncü düzey ise **öğrenen yönetişimdir**. Bu düzey, olay sonrası değerlendirme, düzeltici faaliyetler, tatbikat sonuçları, prosedür revizyonları ve kurumsal hafıza mekanizmaları üzerinden Halka 10 — Dayanıklılık Kültürü ile ilişkilidir.

Bu üç yönetim düzeyinin etkin çalışabilmesi için rol ve sorumlulukların yalnızca dokümanlarda tanımlanması yeterli değildir. Roller, senaryo tabanlı tatbikatlarla test edilmeli; komuta geçişleri, yetki devri, bilgi paylaşımı, karar onay

süreçleri ve alternatif liderlik yapıları düzenli olarak sınanmalıdır. KBRNP olaylarında rol belirsizliği, karar gecikmesi ve bilgi akışındaki kopukluklar, teknik kapasite mevcut olsa bile sistem performansını düşürebilir. Bu nedenle modelde yönetim başarısı; rol netliği, karar gecikmesi, komuta geçiş süresi, bilgi paylaşım hızı, uzman erişim süresi ve düzeltici faaliyetlerin tamamlanma oranı gibi göstergelerle izlenebilir.

Acil durum planları ile iş sürekliliği planlarının entegrasyonu da bu bölümün kritik yönlerinden biridir. KBRNP olaylarında acil müdahale planları genellikle maruziyetin azaltılması, güvenlik, tahliye, dekontaminasyon ve tıbbi yanıt üzerine odaklanır. İş sürekliliği planları ise kritik hizmetlerin sürdürülebilmesi, alternatif süreçlerin devreye alınması, toparlanma hedefleri ve kaynak bağımlılıklarıyla ilgilidir. Bu iki planlama alanı birbirinden kopuk yürütüldüğünde, olay yeri müdahalesi başarılı olsa bile kurumsal işlevlerin ne zaman, hangi güvenlik koşullarında ve hangi kapasiteyle sürdürüleceği belirsiz kalabilir. Bu nedenle KBRNP yönetiminde acil durum yönetimi ile BCMS yapıları ortak senaryolar, ortak bilgi akışı ve ortak karar noktaları üzerinden bağlanmalıdır.

Dayanıklılık ve operasyonel dayanıklılık yazını, bu tür yönetim yapılarının yalnızca prosedürel değil; uyarlanabilir, geri besleme üreten ve öğrenen sistemler olarak tasarlanması gerektiğini göstermektedir (Galaitis et al., 2023; Mottahedi et al., 2021; Zio, 2016). Bu nedenle bu çalışma, **Halka 0 — Karar Dayanıklılığı** ile **Halka 10 — Dayanıklılık Kültürünü** yönetimin iki tamamlayıcı boyutu olarak ele almaktadır. Halka 0, olay sırasında karar sürekliliğini, koordinasyonu ve stratejik önceliklendirmeyi sağlar. Halka 10 ise olaydan sonra öğrenilen derslerin kurumsal hafızaya, prosedürlere, eğitimlere, tatbikatlara ve yatırım kararlarına dönüştürülmesini sağlar. Böylece yönetim, yalnızca krizi yöneten bir yapı olmaktan çıkar; krizden öğrenen ve gelecekteki dayanıklılık kapasitesini artıran bir kurumsal mekanizmaya dönüşür.

Sonuç olarak KBRNP bağlamında kurumsal yönetim, ISO 22301'in liderlik, rol tanımı ve sürekli iyileştirme mantığını; KBRNP olaylarının çok aktörlü, zaman duyarlı ve yüksek belirsizlik içeren doğasıyla bütünleştirmelidir. Etkili bir yönetim yapısı, yalnızca kimin sorumlu olduğunu değil; kararın hangi düzeyde alınacağını, bilginin nasıl paylaşılacağını, uzmanlığın nasıl devreye sokulacağını, kritik işlevlerin nasıl önceliklendirileceğini ve öğrenmenin kurumsal kapasiteye nasıl dönüştürüleceğini de tanımlamalıdır. Bu yönüyle Halka 0 ve Halka 10 birlikte, modelin yönetim eksenini oluşturarak karar dayanıklılığı ile kurumsal öğrenmeyi aynı süreklilik mimarisi içinde birleştirmektedir.

## 6. GELECEK AMPİRİK ARAŞTIRMA GÜNDEMİ VE DOĞRULAMA YOL HARİTASI

### 6.1. Neden Bir Gelecek Ampirik Gündem Gereklidir?

Bu çalışma, Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli'ni ampirik olarak test edilmiş nihai bir yöntem olarak değil; farklı kurum, sektör ve senaryo bağlamlarında sınanması gereken kavramsal bir referans mimari olarak önermektedir. Bu tercih, çalışmanın metodolojik konumuyla uyumludur. Modelin temel amacı, mevcut KBRNP doktrinleri, dayanıklılık mühendisliği, bilişsel sistemler, kritik altyapı dayanıklılığı ve ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yönetimi literatürlerini bütünleştirerek ampirik araştırmalar için test edilebilir bir yapı üretmektir.

KBRNP olayları düşük sıklıklı fakat yüksek etkili, etik ve operasyonel olarak kontrollü deneylerle sınanması güç olaylardır. Bu nedenle böyle bir modelin tek aşamada tam olarak doğrulanması beklenmemelidir. Dayanıklılık mühendisliği literatürü, karmaşık sosyo-teknik sistemlere ilişkin modellerin çoğu zaman doğrudan ve nihai doğrulama yoluyla değil; kademeli sınama, bağlamsal uyarılma, senaryo temelli değerlendirme ve tekrar eden öğrenme döngüleriyle olgunlaştırıldığını göstermektedir (Patriarca et al., 2018; Righi et al., 2015).

Bu nedenle bu bölüm, tamamlanmış bir ampirik araştırmayı raporlamaktan çok, önerilen modelin gelecekte hangi yöntemlerle değerlendirilebileceğini ortaya koyan bir araştırma programı sunmaktadır. Böyle bir yol haritası, modelin kavramsal açıklığını, operasyonel uygulanabilirliğini, kurumsal entegrasyon kapasitesini ve sektörel uyarlanabilirliğini sınamak açısından gereklidir. Bu yaklaşım, modelin sınırlılıklarını görünür kılarken aynı zamanda onu gelecekteki ampirik çalışmalar için ölçülebilir, tartışılabilir ve geliştirilebilir bir araştırma nesnesi hâline getirmektedir.

### 6.2. Önerilen Çok Aşamalı Doğrulama Tasarımı

Önerilen doğrulama yolu birbirini tamamlayan dört aşamadan oluşmaktadır: uzman uzlaşısı, senaryo tabanlı tabletop egzersizleri, geriye dönük vaka uygulamaları ve tekrarlayan öğrenme döngüleri. Bu aşamalar, modelin hem kavramsal tutarlılığını hem de uygulama bağlamındaki işlevselliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

İlk aşamada, modelin kavramsal kapsamı, halka tanımları, üç katmanlı mimarisi ve ISO 22301 entegrasyonu uzman paneli veya Delphi süreciyle değerlendirilebilir. Delphi tekniği, belirsizlik ve çok disiplinlilik içeren konularda uzman görüşlerini yinelemeli biçimde toplayarak uzlaşma üretmeye uygun bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Hsu & Sandford, 2007). Sağlık

araştırmalarında Delphi kullanımını inceleyen metodoloji yazını da yöntemin özellikle uzman görüşü, önceliklendirme, kavramsal çerçeve geliştirme ve tanımsal netlik sağlama açısından uygun olduğunu göstermektedir (Nasa et al., 2021). Bu bağlamda Delphi süreci, modeldeki her halkanın açıklığı, halkalar arası sınırların ayırt edilebilirliği, Operasyonel Yetenek–Bilgi Mimarisi–Karar Zekâsı katmanlarının tutarlılığı ve KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT kavramlarının uzmanlarca kabul edilebilirliği açısından ilk ampirik filtre olarak kullanılabilir.

İkinci aşamada, modelin operasyonel kullanılabilirliği senaryo tabanlı tabletop egzersizleri yoluyla değerlendirilebilir. Tabletop egzersizleri, simüle edilmiş bir acil durum senaryosu üzerinden karar süreçlerini, koordinasyon mekanizmalarını, rol dağılımlarını, bilgi akışını ve planların uygulanabilirliğini tartışmaya açan yapılandırılmış değerlendirme araçlarıdır (ECDC, 2023). Bu aşamada kimyasal tesis kaynaklı klor salınımı, hastanede biyolojik ajan şüphesi, kent ölçeğinde radyolojik yayılım, OSB içinde toksik endüstriyel salım veya kritik altyapı kesintisiyle birleşen KBRNP senaryoları kullanılabilir. Bu senaryolar, modelin halkalar arası geçişlerini, karar noktalarını, bilgi gereksinimlerini ve süreklilik hedeflerini görünür kılmak için elverişli test ortamları sağlayabilir.

Üçüncü aşamada, model geriye dönük vaka uygulamaları ile sınanabilir. Bu aşamanın amacı, geçmiş olaylara yalnızca açıklayıcı bir şema uygulamak değil; modelin hangi halkalarda güçlü açıklama sağladığını, hangi halkalarda eksik kaldığını ve hangi bağlamlarda revizyona ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktır. Toksik endüstriyel salımlar, hastane tabanlı kimyasal olaylar, kritik altyapı kesintilerinin eşlik ettiği karmaşık acil durumlar, laboratuvar kaynaklı biyogüvenlik olayları veya HAZMAT vakaları bu tür analizler için uygun örnek havuzları oluşturabilir. Kritik altyapı dayanıklılığı literatürü, sistem bağımlılıklarının ve kademeli etkilerin ancak somut olay ve ağ bağlamlarında anlaşılabilirliğini göstermektedir (Mottahedi et al., 2021; Zio, 2016). Bu nedenle geriye dönük vaka analizleri, özellikle KBRNP-BIA, KBRNP-RTO ve TERT gibi kavramsal önerilerin pratikte ne ölçüde anlamlı olduğunu değerlendirmek için önemlidir.

Dördüncü aşamada, modelin tekil egzersizlerle değil, tekrarlayan öğrenme döngüleriyle olgunlaştırılması hedeflenmelidir. Kriz yönetimi eğitimine ilişkin ampirik çalışmalar, kapasitenin çoğu zaman tek bir tatbikatla değil; tekrar eden, karşılaştırmalı ve kümülatif öğrenme sağlayan egzersiz serileriyle geliştiğini göstermektedir (van Laere & Lindblom, 2019). Bu nedenle modelin değerlendirilmesi bir defalık doğrulama süreci olarak değil; farklı kurumlarda, farklı senaryolarda ve farklı zaman aralıklarında yinelenen testler, geri

bildirimler, revizyonlar ve karşılaştırmalarla ilerleyen uzunlamasına bir araştırma programı olarak tasarlanmalıdır.

### 6.3. Değerlendirme Boyutları ve Önerilen Ölçütler

Gelecek ampirik araştırma gündemi üç ana değerlendirme boyutuna dayanabilir: **kavramsal netlik, operasyonel uygulanabilirlik ve kurumsal entegrasyon.**

**Kavramsal netlik**, modelin bileşenleri arasındaki sınırların uzmanlar tarafından ne ölçüde açık, tutarlı ve ayırt edilebilir bulunduğunu sorgular. Bu boyut özellikle Delphi çalışmaları için uygundur. Değerlendirilebilecek ölçütler arasında halka tanımlarının açıklığı, halkalar arası ayırımın netliği, üç katmanlı mimarinin tutarlılığı, Halka 0'ın meta-katman olarak anlaşılabilirliği, TERT'in RTO ile ilişkisinin açıklığı ve modelin genel kavramsal bütünlüğü yer alabilir.

**Operasyonel uygulanabilirlik**, modelin gerçekçi KBRNP senaryolarında karar vermeyi, koordinasyonu ve süreklilik yönetimini ne ölçüde desteklediğini değerlendirir. Bu boyut tabletop egzersizleri ve simülasyon temelli çalışmalarla sınanabilir. Tespit–karar süresi, karar–uygulama süresi, halkalar arası geçişlerin yönetilebilirliği, bilgi akışının sürekliliği, yanlış alarm yönetimi, kaynak tahsisi kararlarının açıklığı, kullanıcı kabulü ve senaryo sonunda kritik işlevlerin hangi düzeyde sürdürülebildiği gibi göstergeler bu kapsamda değerlendirilebilir.

**Kurumsal entegrasyon**, modelin mevcut iş sürekliliği yönetim sistemi, hastane acil durum planları, endüstriyel tesis acil durum planları, OSB afet yönetimi yapıları, kritik altyapı yönetim sistemleri veya kamu kurumlarının kriz yönetimi yapılarıyla ne ölçüde bütünleşebildiğini sorgular. ISO 22301, kuruluşların yıkıcı olaylara hazırlanması ve toparlanması için sistematik bir çerçeve sunarken, Galaitsi ve arkadaşları business continuity ile operational resilience arasındaki ilişkinin bağlama duyarlı genişletmelerle daha anlamlı hâle geldiğini göstermektedir (Galaitis et al., 2023; ISO, 2019). Bu nedenle kurumsal entegrasyon; KBRNP-BIA'nın mevcut BIA süreçlerine eklenebilirliği, KBRNP-RTO ve TERT kavramlarının yönetsel kabulü, rol-sorumluluk eşleşmeleri, üst yönetim sahipliği, bilgi paylaşım protokolleri ve düzeltici faaliyetlerin BCMS döngüsüne aktarılabilmesi gibi ölçütlerle değerlendirilebilir.

Bu değerlendirme boyutları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Değerlendirme boyutu	Temel soru	Olası yöntem	Örnek ölçütler
<b>Kavramsal netlik</b>	Modelin kavramları açık ve ayırt edilebilir mi?	Delphi, uzman paneli	Halka tanım açıklığı, katman tutarlılığı, Halka 0'ın anlaşılabilirliği, TERT-RTO ayrımı
<b>Operasyonel uygulanabilirlik</b>	Model gerçekçi senaryolarda karar vermeyi destekliyor mu?	Tabletop egzersizi, simülasyon	Tespit-karar süresi, karar-uygulama süresi, bilgi akışı sürekliliği, halkalar arası geçiş yönetilebilirliği
<b>Kurumsal entegrasyon</b>	Model mevcut sistemlere entegre edilebiliyor mu?	Vaka analizi, kurumsal pilot uygulama	KBRNP-BIA eklenebilirliği, rol-sorumluluk uyumu, üst yönetim kabulü, BCMS revizyonuna aktarım
<b>Öğrenme ve iyileştirme</b>	Model tekrarlayan uygulamalarda gelişiyo mu?	AAR, tatbikat serileri, uzunlamasına izlem	Düzeltilici faaliyet tamamlama oranı, prosedür revizyonu, eğitim/tatbikat güncellemesi, öğrenilen derslerin kurumsallaşması

Bu tablo, modelin yalnızca teorik tutarlılık açısından değil, karar desteği, süreklilik yönetimi ve kurumsal öğrenme kapasitesi açısından da değerlendirilebilmesini sağlar.

#### 6.4. Sınırlılıklar ve Yöntemsel Dikkat Noktaları

Önerilen ampirik gündem güçlü olmakla birlikte bazı sınırlılıklar içermektedir. Öncelikle Delphi süreci, seçilen uzman panelinin niteliğine, disiplinler arası çeşitliliğine ve sektör temsil gücüne duyarlıdır. Panelin yalnızca akademisyenlerden, yalnızca acil müdahale uzmanlarından veya yalnızca iş sürekliliği profesyonellerinden oluşması modelin uygulanabilirliğini daraltabilir. Bu nedenle gelecekteki Delphi çalışmalarında KBRNP uzmanları, toksikologlar, afet yönetimi uzmanları, sağlık yöneticileri, iş sürekliliği profesyonelleri, kritik altyapı temsilcileri, endüstriyel güvenlik uzmanları ve kamu karar vericileri birlikte temsil edilmelidir. Bu sınırlılık, Delphi yönteminin doğası gereği kabul edilmesi gereken bir durumdur (Hsu & Sandford, 2007; Nasa et al., 2021).

İkinci olarak tabletop egzersizleri karar süreçlerini, rol dağılımlarını ve koordinasyon sorunlarını görünür kılmak için son derece yararlı olsa da gerçek olayların tüm baskılarını eksiksiz biçimde yeniden üretmez. Gerçek KBRNP olaylarında zaman baskısı, bilgi kirliliği, medya baskısı, halk davranışı, personel kaygısı, siyasi baskı ve fiziksel tehlike egzersiz ortamına tam olarak aktarılamayabilir. Bu nedenle tabletop çıktıları, gerçek olay incelemeleri, saha

tatbikatları, simülasyonlar ve olay sonrası değerlendirme süreçleriyle desteklenmelidir. WHO'nun After Action Review yaklaşımı, neyin planlandığını, neyin fiilen gerçekleştiğini, neyin iyi gittiğini ve neyin geliştirilmesi gerektiğini yapılandırılmış biçimde ele almayı önerdiğinden (WHO, 2021), tabletop egzersizleri ile AAR mantığının birlikte kullanılması modelin olgunlaştırılması açısından yararlı olacaktır.

Üçüncü olarak geriye dönük vaka analizleri veri mevcudiyeti, raporlama kalitesi, güvenlik kısıtları ve kurumların bilgi paylaşma isteğine bağlıdır. KBRNP ve kritik altyapı olayları çoğu zaman güvenlik duyarlı veriler içerdiği için tüm karar süreçleri, teknik ayrıntılar veya performans göstergeleri erişilebilir olmayabilir. Kritik altyapı yazını, karmaşık sistem bağımlılıklarının ve kademeli etkilerin analizinde çoklu veri katmanlarının gerekli olduğunu vurgulamaktadır; bu da özellikle KBRNP gibi güvenlik hassasiyeti yüksek alanlarda ampirik çalışmanın pratik zorluğunu artırır (Mottahedi et al., 2021; Zio, 2016).

Dördüncü olarak modelin farklı sektörlerde uygulanması bağlamsal uyarlama gerektirir. Hastane, endüstriyel tesis, OSB, enerji altyapısı, belediye hizmetleri veya ulusal kriz yönetimi yapıları aynı halkaları kullanabilir; ancak her bağlamda kritik işlevler, veri kaynakları, karar yetkileri, toparlanma hedefleri ve TERT bileşenleri farklılaşacaktır. Bu nedenle model, doğrudan kopyalanacak tek tip bir kontrol listesi olarak değil; bağlama göre uyarlanacak kavramsal ve operasyonel bir mimari olarak ele alınmalıdır.

Son olarak, bu çalışmada önerilen modelin kısa vadede “tam doğrulanmış” bir araç olarak sunulmaması metodolojik açıdan önemlidir. Model, literatüre dayalı kavramsal sentezden türetilmiş bir referans çerçevedir. Bu nedenle geçerliliği, farklı uzman gruplarında, farklı senaryolarda, farklı sektörlerde ve tekrar eden uygulamalarda sınındıkça güçlenecektir. Bu sınırlılık çalışmanın değerini azaltmamakta; aksine önerilen mimarinin gelecekteki araştırmalar için açık, geliştirilebilir ve test edilebilir bir gündem sunduğunu göstermektedir.

### **6.5. Gelecek Araştırmalar İçin Öncelikli Sorular**

Modelin ampirik olarak geliştirilmesi için gelecekte aşağıdaki araştırma soruları öncelikli olarak ele alınabilir:

1. Halka 0 — Karar Dayanıklılığı, farklı KBRNP senaryolarında karar gecikmesini ve koordinasyon kırılmalarını azaltmada ne ölçüde işlevseldir?
2. Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı katmanları uzmanlar tarafından açık, tutarlı ve uygulanabilir bulunmakta mıdır?
3. KBRNP-BIA, mevcut ISO 22301 tabanlı BIA süreçlerine hangi veri alanları ve bağımlılık değişkenleriyle entegre edilebilir?

4. KBRNP-RTO ve TERT, hastane, endüstriyel tesis ve kritik altyapı bağlamlarında toparlanma hedeflerinin daha gerçekçi belirlenmesini sağlar mı?
5. Tabletop egzersizlerinde modelin kullanılması, halkalar arası geçişleri ve karar noktalarını daha görünür hâle getirir mi?
6. Modelin tekrarlayan tatbikatlarda kullanılması, kurumların öğrenme kapasitesini ve dayanıklılık kültürünü güçlendirir mi?

Bu sorular, modelin yalnızca teorik bir öneri olarak kalmamasını; ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve sektörel olarak sınanabilir bir araştırma programına dönüşmesini sağlayabilir.

6. bölüm, Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli'nin gelecekte nasıl ampirik olarak değerlendirilebileceğine ilişkin çok aşamalı bir doğrulama yol haritası önermektedir. Uzman uzlaşısı, tabletop egzersizleri, geriye dönük vaka analizleri ve tekrarlayan öğrenme döngüleri, modelin kavramsal açıklığını, operasyonel uygulanabilirliğini, kurumsal entegrasyon kapasitesini ve öğrenme değerini sınamak için birbirini tamamlayan yöntemler sunmaktadır.

Bu doğrulama yaklaşımı, modelin tek seferde nihai olarak kanıtlanmasını değil; farklı bağlamlarda test edilmesini, uyarlanmasını, geliştirilmesini ve kurumsal uygulamalarla olgunlaştırılmasını hedeflemektedir. Böylece önerilen model, yalnızca literatürden türetilmiş bir kavramsal çerçeve olarak değil; KBRNP olay yönetiminde karar sürekliliği, bilgi mimarisi, iş sürekliliği ve kurumsal öğrenmeyi ampirik olarak araştırmaya açan bir araştırma programı olarak konumlanmaktadır.

## 7. ÖNERİLEN ÇERÇEVENİN KARŞILAŞTIRMALI KONUMLANDIRILMASI

Kriz yönetimi, dayanıklılık mühendisliği, KBRNP müdahalesi, iş sürekliliği ve bilişsel sistemler literatüründe kavramsal model öneren çalışmalar için temel gerekliliklerden biri, geliştirilen modelin mevcut yaklaşımlar karşısındaki konumunun açık biçimde gösterilmesidir. Bu gereklilik, özellikle disiplinler arası modeller açısından daha da önemlidir; çünkü modelin özgün katkısı yalnızca yeni kavramlar önermesinde değil, mevcut literatür hatları arasında hangi boşluğu doldurduğunu ve hangi düzeyde bütünleştirici bir değer sunduğunu gösterebilmesinde ortaya çıkar.

KBRNP olay yönetimi literatürü, farklı bilgi alanlarında önemli katkılar sunmaktadır. Klasik KBRNP doktrinleri tespit, koruma, dekontaminasyon ve tıbbi müdahale süreçlerini güçlü biçimde yapılandırırken; sağlık sistemi ve HAZMAT hazırlık modelleri klinik akış, triyaj, dekontaminasyon ve sağlık çalışanlarının korunmasına odaklanmaktadır. ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yönetimi kurumsal süreklilik ve toparlanma hedefleri için sistematik bir yönetim dili sağlamakta; dayanıklılık mühendisliği sistemlerin değişkenlik altında uyarlanabilirliğini açıklamakta; bilişsel sistemler literatürü durum farkındalığı ve karar kalitesini teorik olarak temellendirmekte; kritik altyapı dayanıklılığı yazını ise ağ bağımlılıkları ve kaskad etkileri analiz etmektedir.

Bununla birlikte, bu yaklaşımlar çoğu zaman birbirini tamamlayan fakat ayrı gelişen literatür hatları olarak kalmaktadır. KBRNP müdahale doktrinleri operasyonel yanıtı ayrıntılı biçimde tanımlasa da karar sürekliliği, iş sürekliliği ve kritik altyapı bağımlılıklarını sınırlı biçimde bütünleştirir. İş sürekliliği literatürü güçlü bir kurumsal yönetim çerçevesi sunsa da KBRNP'ye özgü maruziyet, dekontaminasyon, alan güvenliği ve güvenli yeniden erişim değişkenlerini doğrudan modellemez. Karar destek ve durum farkındalığı çalışmaları ise verinin algılanması ve yorumlanmasına katkı sunar; ancak çoğu zaman sağlık sistemi yanıtı, altyapı sürekliliği ve kurumsal öğrenme ile aynı mimari içinde ele alınmaz.

Bu çalışmanın önerdiği Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli, bu parçalı literatür hatlarını karar sürekliliği, bilgi mimarisi, operasyonel yetenek, kritik altyapı sürekliliği ve iş sürekliliği yönetimi ekseninde bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. Modelin ayrıştırıcı katkısı, KBRNP olay yönetimini yalnızca “response” veya teknik müdahale problemi olarak değil; decision continuity and operational resilience problemi olarak yeniden konumlandırmasıdır.

**Tablo 4.** KBRNP Yönetiminde Yaklaşımların Karşılaştırmalı Sentezi ve Önerilen Entegre Karar Dayanıklılığı Çerçevesinin Konumlandırılması

Model literatür hattı	Birincil odak	Güçlü yönler	Kritik sınırlılıklar	Önerilen çerçevenin ayrıştırıcı katkısı
<b>Klasik KBRNP doktrinleri</b>	Tespit, koruma, dekontaminasyon, tıbbi müdahale, sonuç yönetimi	Standartlaştırılmış müdahale ş müdahale protokolleri sağlar; saha uygulaması ve akut yanıt açısından güçlüdür	Müdahale odaklıdır; karar sürekliliği, sistem sürekliliği, kritik altyapı bağımlılıkları ve kurumsal öğrenme sınırlı bütünlüştür	Müdahale zincirini karar sürekliliği, bilgi mimarisi ve operasyonel süreklilik mimarisiyle genişletir
<b>Sağlık sistemi / HAZMAT hazırlık modelleri</b>	Klinik yönetim, triyaj, dekontaminasyon, hastane güvenliği	Kontamine hasta akışı, personel güvenliği, dekontaminasyon ve klinik yanıt açısından güçlüdür	Sağlık sistemi sürekliliği, altyapı bağımlılıkları ve sektörler arası koordinasyon sınırlı ele alınır	Klinik yanıt sağlık sistemi sürekliliği, altyapı stabilizasyonu ve kurumsal karar mimarisiyle bütünlüştür
<b>ISO 22301 iş sürekliliği yönetimi</b>	Kurumsal süreklilik, BIA, RTO, RPO, toparlanma planlaması	Yapılandırılmış yönetim sistemi ve ölçülebilir süreklilik dili sağlar	Tehlikeye özgü değildir; KBRNP maruziyeti, dekontaminasyon, alan güvenliği ve erişim kısıtlarını doğrudan tanımlamaz	KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT ile iş sürekliliğini KBRNP bağlamına uyarlayan kavramsal uzantılar sunar
<b>Dayanıklılık mühendisliği</b>	Değişkenlik altında sistem adaptasyonu ve performans sürekliliği	Karmaşık sosyo-teknik sistemleri açıklamak için güçlü teorik zemin sağlar	Soyut düzeyde kalabilir; KBRNP'ye özgü operasyonel halkalar ve süreklilik metrikleri sınırlıdır	Dayanıklılık mantığını çok katmanlı, halkalı ve uygulanabilir bir KBRNP operasyonel modeline dönüştürür
<b>Bilişsel sistemler ve karar teorisi</b>	Durum farkındalığı, algılama, anlamlandırma, öngörü ve karar verme	Belirsizlik altında karar kalitesini ve insan-makine etkileşimini açıklamada güçlüdür	Operasyonel süreçler, sağlık sistemi, altyapı ve iş sürekliliği ile entegrasyonu sınırlıdır	Karar süreçlerini Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi ve Halka 0 üzerinden tüm modele entegre eder

<b>KBRNP karar destek / situational awareness yazını</b>	Veri füzyonu, erken uyarı, tahminleme, karar desteği	Analitik kapasiteyi, tehdit algılamayı ve karar hızını artırır	Süreklilik, kurumsal öğrenme, altyapı bağımlılıkları ve yönetim boyutu sınırlı kalabilir	Karar desteğini yalnızca teknik araç değil, tüm halkalara yayılan Karar Zekâsı kapasitesi olarak konumlandırır
<b>Kritik altyapı dayanıklılığı modelleri</b>	Altyapı bağımlılıkları, ağ etkileri, kaskad kesintiler	Sistemler arası bağımlılıkları ve kademeli etkileri analiz eder	Sağlık sistemi yanıtı, KBRNP maruziyeti ve karar süreçleriyle entegrasyonu sınırlıdır	Altyapı stabilizasyonun u sağlık sistemi, karar mimarisi ve operasyonel süreklilikle bütünleştirir
<b>Business continuity / operational resilience yaklaşımları</b>	Kritik süreçlerin sürdürülmesi, toparlanma ve operasyonel dayanıklılık	Kurumsal yönetim dili, performans ölçütleri ve toparlanma hedefleri sağlar	KBRNP'ye özgü kontaminasyon, erişim kısıtı, sağlık stabilizasyonu ve güvenli yeniden işletmeye alma değişkenleri tanımlı değildir	Sürekliliği toksik maruziyet, güvenli yeniden erişim ve TERT üzerinden yeniden tanımlar
<b>Önerilen çerçeve: Halka 0 destekli 10 Halkah KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli</b>	Karar sürekliliği, operasyonel dayanıklılık, bilgi mimarisi, sistem entegrasyonu	Operasyonel, bilişsel, bilgi, sağlık, altyapı ve iş sürekliliği katmanlarını bütünleştirir; sektörler arası uygulanabilirlik sunar	Ampirik doğrulama gerektirir; kavramsal yoğunluğu dikkatli yönetilmelidir	KBRNP'yi yalnızca müdahale değil, karar sürekliliği ve operasyonel dayanıklılık problemi olarak yeniden konumlandırır; algılama-öngörü-karar-müdahale-süreklilik-öğrenme döngüsünü tek mimaride birleştirir

*Not. Tablo, önerilen modelin mevcut literatür hatları karşısındaki konumunu göstermek amacıyla hazırlanmıştır. Buradaki karşılaştırma, mevcut yaklaşımların değerini azaltmayı değil; her bir literatür hattının güçlü katkılarını ve sınırlı bütünleşme alanlarını görünür kılarak önerilen çerçevenin özgün entegrasyon kapasitesini açıklamayı amaçlamaktadır.*

### 7.1. Temel Ayrım: Müdahale Kapasitesinden Karar Sürekliliğine

Bu çalışmada önerilen çerçeve, KBRNP yönetimini yalnızca operasyonel kapasite veya teknik müdahale meselesi olarak değil, karar sürekliliği problemi olarak yeniden tanımlamaktadır. Bu dönüşüm kritik önemdedir; çünkü KBRNP olaylarında sistem başarısızlığı çoğu zaman yalnızca ekipman, personel veya

protokol eksikliğinden kaynaklanmaz. Başarısızlık; bilgi akışının bozulması, karar yetkilerinin belirsizliği, kurumlar arası koordinasyonun kopması, risk önceliklendirmesinin gecikmesi ve kritik işlevlerin hangi sırayla korunacağı belirlenememesi nedeniyle de ortaya çıkabilir.

Bu nedenle Halka 0 — Karar Dayanıklılığı, önerilen modelde yalnızca başlangıç noktası değil, tüm halkaların üzerinde işleyen bilişsel-yönetimsel omurga olarak konumlandırılmıştır. Halka 0'ın işlevi, tehdit tespitinden dayanıklılık kültürüne kadar tüm süreçlerde karar sürekliliğini, bilgi bütünlüğünü ve stratejik önceliklendirmeyi korumaktır. Böylece model, KBRNP yönetimini “ne yapılmalı?” sorusunun ötesine taşıyarak “hangi bilgiyle, hangi karar mantığıyla, hangi sırayla ve hangi süreklilik hedefiyle yapılmalı?” sorularına yanıt aramaktadır.

## 7.2. Daha Önce Parçalı Olan Alanların Bütünleştirilmesi

Önerilen modelin ikinci temel ayrıştırıcı yönü, geleneksel olarak ayrı ele alınan alanları tek bir mimari içinde bütünleştirmesidir. Bu alanlar şunlardır:

- KBRNP doktrinlerinden gelen operasyonel müdahale kapasitesi,
- sağlık sistemi ve HAZMAT hazırlığından gelen klinik ve dekontaminasyon mantığı,
- ISO 22301'den gelen iş sürekliliği ve yönetim sistemi dili,
- dayanıklılık mühendisliğinden gelen adaptasyon ve performans sürekliliği anlayışı,
- bilişsel sistemlerden gelen durum farkındalığı ve karar verme yaklaşımı,
- kritik altyapı literatüründen gelen ağ bağımlılıkları ve kaskad etki analizi.

Bu çalışma, bu alanları üç katmanlı mimari aracılığıyla bir araya getirmektedir: **Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı**; bu üç katman modelin daha önceki bölümlerinde ayrıntılandırılmıştır.

## 7.3. İş Sürekliliğinin Tehlikeye Özgü Bağlama Genişletilmesi

ISO 22301 iş sürekliliği için güçlü bir genel yönetim sistemi çerçevesi sunmaktadır. Ancak bu standart doğrudan KBRNP olaylarına özgü bir teknik müdahale standardı değildir. Bu nedenle toksik maruziyet, dekontaminasyon gecikmeleri, alan erişim kısıtları, sağlık sistemi yüklenmesi, güvenli yeniden işletmeye alma ve kontamine alanlarda veri sürekliliği gibi KBRNP'ye özgü değişkenleri doğrudan tanımlamaz.

Bu çalışmada önerilen KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT kavramları, ISO 22301'in genel yönetim sistemi mantığını KBRNP koşullarına uyarlayan kavramsal genişletmeler olarak konumlandırılmaktadır. Bu kavramlar,

iş sürekliliğini tehlikeli ortamların operasyonel gerçekliğiyle daha uyumlu hâle getirir.

Bu bağlamda TERT — Toxic Exposure Recovery Time, çerçevenin en özgün katkılarından biridir. TERT, RTO'nun yerine geçen bir metrik değildir; KBRNP bağlamında RTO hesaplamasını sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyon ve alan güvenliği onayı ile operasyonel yeniden devreye alma süresi üzerinden tamamlayan bir süreklilik parametresidir. Böylece TERT, klasik iş sürekliliği hesaplamalarında çoğu zaman görünmez kalan toksikolojik, klinik ve güvenlik temelli gecikmeleri görünür kılar.

#### **7.4. Karar Vermenin Sistem Fonksiyonu Olarak Konumlandırılması**

Önerilen modelin bir diğer kritik katkısı, karar verme süreçlerini destekleyici veya dışsal bir faaliyet olmaktan çıkarak sistemin temel fonksiyonlarından biri olarak konumlandırmasıdır. Mevcut KBRNP modellerinde karar verme çoğu zaman komuta-kontrol yapısının içinde örtük biçimde ele alınır. Karar destek sistemleri ise çoğunlukla belirli görevler, belirli veri kaynakları veya belirli operasyonel aşamalar için tasarlanır.

Bu çalışma ise karar vermeyi tüm halkalara yayılan bir sistem fonksiyonu olarak ele almaktadır. **Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi — Cognitive Resilience Architecture, CRA**, bu işlevi açık biçimde yapılandırır. CRA, karar sürecini şu döngü içinde tanımlar:

**durum farkındalığı → öngörü → karar → adaptif yanıt**

Bu döngü, KBRNP olaylarında karar kalitesinin yalnızca veri toplama kapasitesine değil; verinin anlamlandırılmasına, geleceğe yönelik sonuçlarının değerlendirilmesine, önceliklendirilmiş eyleme dönüştürülmesine ve yeni bilgiler ışığında yeniden uyarlanmasına bağlı olduğunu gösterir. Bu nedenle CRA, karar süreçlerini sistem dayanıklılığının analiz edilebilir, tasarlanabilir ve yönetilebilir bir bileşeni hâline getirir.

#### **7.5. Teorik ve Pratik Çıkarımlar**

Teorik açıdan önerilen model, KBRNP yönetimini, dayanıklılık mühendisliği, bilişsel sistemler, kritik altyapı dayanıklılığı ve iş sürekliliği yönetimi literatürleri arasında konumlanan bütünlük bir sosyo-teknik mimari olarak tanımlamaktadır. Model, KBRNP olaylarında başarımın yalnızca teknik müdahale kapasitesiyle değil; karar sürekliliği, bilgi mimarisi, kritik işlevlerin korunması, operasyonel süreklilik ve kurumsal öğrenme kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir.

Bu katkı, özellikle üç teorik düzeyde önemlidir. Birincisi, model KBRNP olay yönetimini müdahale zinciri mantığından çıkararak sistem dayanıklılığı ve karar sürekliliği yaklaşımıyla yeniden kurmaktadır. İkincisi, durum farkındalığı ve karar desteği literatürünü yalnızca bilişsel bir arka plan olarak değil, tüm operasyonel modelin bağlayıcı unsuru olarak kullanmaktadır. Üçüncüsü, ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yaklaşımını KBRNP'ye özgü toparlanma ve güvenli yeniden erişim koşullarıyla genişletmektedir.

Uygulama açısından model, farklı kurumlar ve sektörler için ölçeklenebilir bir çerçeve sunmaktadır. Hastaneler için kontamine hasta akışı, dekontaminasyon kapasitesi, klinik stabilizasyon ve sağlık sistemi sürekliliği; endüstriyel tesisler için toksik salım, alan güvenliği, üretim sürekliliği ve düzenleyici izinler; kritik altyapılar için ağ bağımlılıkları, kaskad etkiler ve hizmet sürekliliği model aracılığıyla aynı karar mantığı içinde ele alınabilir.

Ayrıca model, çok kurumlu koordinasyon, karar destek sistemleri, yapay zekâ entegrasyonu, tabletop egzersiz tasarımı, KBRNP-BIA geliştirme ve ISO 22301 temelli süreklilik planlarının revizyonu için kullanılacak bir yapı sunmaktadır. Bu nedenle önerilen çerçeve, yalnızca kavramsal bir akademik katkı değil; aynı zamanda KBRNP olaylarına hazırlık, müdahale, toparlanma ve öğrenme süreçlerini birlikte tasarlamak isteyen kurumlar için uygulanabilir bir operasyonel rehber niteliği taşımaktadır.

## 8. SONUÇ

KBRNP olaylarının yönetimi uzun yıllar boyunca ağırlıklı olarak müdahale kapasitesi, teknik yanıt süreçleri, dekontaminasyon, koruma ve tıbbi stabilizasyon ekseninde ele alınmıştır. Bu yaklaşım, olay yeri güvenliği ve akut müdahale açısından vazgeçilmez bir temel sunmakla birlikte, güncel KBRNP tehdit ortamının sistemik niteliğini açıklamak için tek başına yeterli değildir. Sentetik biyoloji, çift kullanımlı teknolojiler, insansız sistemler, endüstriyel tehlikeli madde olayları, kritik altyapı bağımlılıkları ve hibrit tehditler, KBRNP olaylarını yalnızca maruziyet ve kontaminasyon problemi olmaktan çıkararak, karar sürekliliği, bilgi akışı, kritik işlevlerin korunması ve operasyonel dayanıklılık problemi hâline getirmiştir.

Bu çalışma, mevcut literatürün bütüncül değerlendirmesinden hareketle KBRNP performansının yalnızca operasyonel kapasiteyle açıklanamayacağını ileri sürmektedir. KBRNP olaylarında sistem başarısı, yalnızca sensörlerin çalışmasına, dekontaminasyon kapasitesine, klinik protokollerin varlığına veya müdahale ekiplerinin teknik yeterliliğine bağlı değildir. Başarı aynı zamanda belirsizlik, zaman baskısı, eksik veya çelişkili bilgi, çok kurumlu koordinasyon ve kritik altyapı bağımlılıkları altında karar süreçlerinin ne ölçüde sürdürülebildiğine bağlıdır. Bu nedenle KBRNP olayları, yalnızca tehlikeli maddelerin neden olduğu krizler olarak değil; karmaşık sosyo-teknik sistemlerin karar verebilme, koordine olabilme, bilgi akışını koruyabilme ve kritik işlevlerini sürdürebilme kapasitesini sınavan stres senaryoları olarak değerlendirilmelidir.

Bu çerçevede çalışma, KBRNP olay yönetimini klasik doğrusal müdahale zinciri mantığından çıkararak karar merkezli, bilgi güdümlü ve iş sürekliliğiyle bütünleşik bir operasyonel dayanıklılık mimarisi olarak yeniden konumlandırmaktadır. Bu yaklaşımda dayanıklılık, yalnızca şoklara direnme veya olay sonrası eski duruma dönme kapasitesi değildir. Daha geniş anlamda dayanıklılık, değişen koşullar altında karar akışını koruyabilme, kritik işlevleri sürdürebilme, bilgi mimarisini işler tutabilme ve deneyimi kurumsal öğrenmeye dönüştürebilme kapasitesidir.

Bu kavramsal dönüşüm doğrultusunda önerilen çerçeve üç temel katkı sunmaktadır.

İlk olarak çalışma, KBRNP yönetimini klasik “tespit–koruma–dekontaminasyon–tedavi” dizisinin ötesine taşıyarak, Operasyonel Yetenek, Bilgi Mimarisi ve Karar Zekâsı katmanlarını aynı sistem içinde birleştiren çok katmanlı bir yapı önermektedir. Bu yapı, Halka 0 destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli ile somutlaştırılmıştır. Model; tehdit tespiti, risk analizi, sınırlandırma, maruziyet azaltma, dekontaminasyon, tıbbi

stabilizasyon, altyapı stabilizasyonu, operasyonel süreklilik, sistem toparlanması ve dayanıklılık kültürü aşamalarını tek bir mimari içinde ele almaktadır. Böylece KBRNP yönetimi yalnızca olay yerine müdahale eden bir süreç değil; hazırlık, karar verme, süreklilik, toparlanma ve öğrenme döngülerini kapsayan dinamik bir sosyo-teknik dayanıklılık sistemi olarak tanımlanmaktadır.

İkinci olarak çalışma, karar süreçlerini sistemin merkezine yerleştirerek Bilişsel Dayanıklılık Mimarisi — Cognitive Resilience Architecture, CRA kavramını geliştirmektedir. CRA, karar vermeyi operasyonel süreçlerin pasif bir çıktısı olarak değil, sistem performansını belirleyen temel bir fonksiyon olarak ele almaktadır. Bu mimari, KBRNP olaylarında karar sürecini durum farkındalığı → öngörü → karar → adaptif yanıt döngüsü içinde yapılandırmaktadır. Bu yaklaşım, KBRNP başarısızlığının çoğu zaman yalnızca kaynak, ekipman veya prosedür eksikliğinden değil; bilgi akışının bozulması, karar yetkisinin belirsizleşmesi, kurumlar arası koordinasyonun kopması ve önceliklendirme kapasitesinin zayıflamasından kaynaklandığını görünür kılmaktadır. Bu nedenle Halka 0 — Karar Dayanıklılığı, modelin başlangıç adımı değil; tüm halkalar boyunca karar kalitesini ve stratejik bütünlüğü koruyan bilişsel-yönetimsel omurga olarak konumlandırılmıştır.

Üçüncü olarak çalışma, ISO 22301 tabanlı iş sürekliliği yaklaşımını KBRNP bağlamına uyarlayarak KBRNP-BIA, KBRNP-RTO, KBRNP-RPO ve TERT — Toxic Exposure Recovery Time kavramlarını önermektedir. Bu kavramlar, ISO 22301'in yerine geçen yeni bir standart olarak değil; standardın genel iş sürekliliği mantığını KBRNP'ye özgü maruziyet, dekontaminasyon, sağlık stabilizasyonu, alan güvenliği, güvenli yeniden erişim ve operasyonel yeniden devreye alma koşullarıyla genişleten kavramsal uzantılar olarak değerlendirilmelidir. Özellikle TERT, toparlanmayı yalnızca teknik sistemlerin yeniden çalıştırılması olarak değil; sağlık stabilizasyonu, dekontaminasyon/alan güvenliği onayı ve operasyonel yeniden devreye alma süreçlerinin toplamı olarak ele alarak KBRNP bağlamında süreklilik planlamasına özgün bir zaman boyutu kazandırmaktadır.

Bu çerçevenin daha geniş katkısı, KBRNP olaylarını yalnızca müdahale gerektiren tehlikeler olarak değil, sistemlerin nasıl algıladığını, nasıl düşündüğünü, nasıl koordine olduğunu, nasıl karar verdiğini ve nasıl öğrendiğini test eden kritik stres senaryoları olarak ele almasıdır. Bu yönüyle model, KBRNP alanını klasik afet ve acil durum yönetimi perspektifinden çıkararak karar zekâsı, bilgi mimarisi, kritik altyapı sürekliliği, iş sürekliliği ve kurumsal öğrenme ekseninde yeniden tanımlayan analitik bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, KBRNP olaylarında performansın belirleyicisinin yalnızca “ne yapıldığı” değil, nasıl, hangi bilgiyle, hangi karar mantığıyla, hangi

önceliklendirme ilkesiyle ve hangi süreklilik hedefiyle hareket edildiği olduğunu ortaya koymaktadır. Bu perspektif yalnızca KBRNP alanı için değil; yüksek belirsizlik, sistem bağımlılığı, zaman baskısı ve çok aktörlü koordinasyon içeren tüm kriz türleri için daha geniş bir çıkarıma işaret etmektedir:

Dayanıklılık, sistemlerin yalnızca ayakta kalma kapasitesi değil; belirsizlik altında karar verebilme, uyum sağlayabilme ve öğrenebilme kapasitesidir.

Bununla birlikte, önerilen model bu çalışma kapsamında ampirik olarak doğrulanmış nihai bir yöntem olarak sunulmamaktadır. Model, literatüre dayalı kavramsal sentezden türetilmiş, gelecekte farklı sektör ve bağlamlarda sınanması gereken bir referans mimari niteliğindedir. Bu nedenle gelecek araştırmaların modeli hastaneler, endüstriyel tesisler, organize sanayi bölgeleri, kritik altyapı işletmeleri ve kamu kriz yönetimi yapıları gibi farklı ortamlarda ampirik olarak test etmesi önemlidir. Delphi çalışmaları, senaryo tabanlı tabletop egzersizleri, geriye dönük vaka analizleri, simülasyonlar ve uzunlamasına kurumsal uygulamalar modelin kavramsal netliğini, operasyonel uygulanabilirliğini ve kurumsal entegrasyon kapasitesini değerlendirmek için kullanılabilir.

Gelecekte yürütülecek çalışmalar özellikle üç ilişkiye odaklanmalıdır: karar süreçleri ile bilgi entegrasyonu arasındaki ilişki; bilgi mimarisi ile operasyonel süreklilik arasındaki ilişki; ve KBRNP'ye özgü toparlanma metrikleri ile kurumsal dayanıklılık performansı arasındaki ilişki. Bu doğrultuda geliştirilecek ampirik araştırmalar, yalnızca önerilen modelin geçerliliğini sınamakla kalmayacak; aynı zamanda KBRNP ve kriz yönetimi alanında daha bütünleşik, veri temelli, karar odaklı ve süreklilik merkezli yaklaşımların gelişimine katkı sağlayacaktır.

# Halka 0 Destekli 10 Halkalı KBRNP Operasyonel Dayanıklılık Modeli

Karar Zekâsı • Bilgi Mimarisi • Operasyonel Yetenek

KBRNP: Kimyasal • Biyolojik • Radyolojik • Nükleer • Patlayıcı



## ÜÇ EŞZAMANLI KATMAN

**OPERASYONEL YETENEK**  
Personel • Ekipman • Prosedür

**BİLGİ MİMARİSİ**  
Veri • Sensör • Ortak operasyon resmi

**KARAR ZEKÂSİ**  
Risk önceliklendirme • Senaryo analizi • Eylem seçimi

## CRA DÖNGÜSÜ



Dayanıklılık, yalnızca ayakta kalma kapasitesi değil; belirsizlik altında karar verebilme, uyum sağlayabilme ve öğrenebilme kapasitesidir.

## KAYNAKÇA

- Dökmeci, A.H. (2025). KBRN Afetlere Hazırlık Rehberi, Yayın Yeri: Nobel Tıp Kitabevi, 2025.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37(1), 32–64. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- Endsley, M. R. (2018). Expertise and situation awareness. In K. A. Ericsson, R. R. Hoffman, A. Kozbelt, & A. M. Williams (Eds.), *The Cambridge handbook of expertise and expert performance* (2nd ed., pp. 714–744). Cambridge University Press.
- European Centre for Disease Prevention and Control. (2023). *Simulation exercises in public health settings: Step-by-step exercise design*. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/simulation-exercises-public-health-settings>
- Galaiti, S. E., Pinigina, E., Keisler, J. M., Pescaroli, G., Keenan, J. M., & Linkov, I. (2023). Business continuity management, operational resilience, and organizational resilience: Commonalities, distinctions, and synthesis. *International Journal of Disaster Risk Science*, 14(5), 713–721. <https://doi.org/10.1007/s13753-023-00494-x>
- Hollnagel, E. (2014). *Safety-I and Safety-II: The past and future of safety management*. Ashgate.
- Hollnagel, E., Woods, D. D., & Leveson, N. (Eds.). (2006). *Resilience engineering: Concepts and precepts*. CRC Press.
- Hsu, C.-C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 12(1), Article 10. <https://doi.org/10.7275/pdz9-th90>
- International Committee of the Red Cross. (2023). *Preparing for the unthinkable: CBRN and HAZMAT medical training*.
- International Organization for Standardization. (2019). *Security and resilience—Business continuity management systems—Requirements (ISO 22301:2019)*.
- Kegyes, T., Süle, Z., & Abonyi, J. (2024). Machine learning-based decision support framework for CBRN protection. *Heliyon*, 10(4), Article e25946. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25946>
- Mottahedi, A., Sereshki, F., Ataei, M., Nouri Qarahasanlou, A., & Barabadi, A. (2021). The resilience of critical infrastructure systems: A systematic literature review. *Energies*, 14(6), Article 1571. <https://doi.org/10.3390/en14061571>

- Nasa, P., Jain, R., & Juneja, D. (2021). Delphi methodology in healthcare research: How to decide its appropriateness. *World Journal of Methodology*, *11*(4), 116–129. <https://doi.org/10.5662/wjm.v11.i4.116>
- Nemeth, C., Sedehi, J., Rule, G., Di Pietrantonio, J., Laufersweiler, D., Keeney, N., & Clark, R. (2024). Decision support for CBRN avoid and protect missions. *Cognition, Technology & Work*, *26*(3), 375–384. <https://doi.org/10.1007/s10111-024-00767-5>
- Niemimaa, M. (2015). Interdisciplinary review of business continuity from an information systems perspective: Toward an integrative framework. *Communications of the Association for Information Systems*, *37*(1), Article 4, 69–102. <https://aisel.aisnet.org/cais/vol37/iss1/4/>
- North Atlantic Treaty Organization. (2020). *Non-binding guidelines for enhanced civil-military cooperation to deal with the consequences of large-scale CBRN events*.
- North Atlantic Treaty Organization. (2022). *NATO's chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) defence policy*.
- Patriarca, R., Bergström, J., Di Gravio, G., & Costantino, F. (2018). Resilience engineering: Current status of the research and future challenges. *Safety Science*, *102*, 79–100. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.005>
- Qzih, E. S., & Ahmad, M. M. (2024). Hospital-based preparedness measures for CBRNE disasters: A systematic review. *Environmental Health Insights*, *18*, Article 11786302241288859. <https://doi.org/10.1177/11786302241288859>
- Righi, A. W., Saurin, T. A., & Wachs, P. (2015). A systematic literature review of resilience engineering: Research areas and a research agenda proposal. *Reliability Engineering & System Safety*, *141*, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.03.007>
- Sänger, N., Heinzl, C., & Sandholz, S. (2021). Advancing resilience of critical health infrastructures to cascading impacts of water supply outages—Insights from a systematic literature review. *Infrastructures*, *6*(12), Article 177. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6120177>
- van Laere, J., & Lindblom, J. (2019). Cultivating a longitudinal learning process through recurring crisis management training exercises in twelve Swedish municipalities. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, *27*(1), 38–49. <https://doi.org/10.1111/1468-5973.12230>
- Wells, E. M., Boden, M., Tseytlin, I., & Linkov, I. (2022). Modeling critical infrastructure resilience under compounding threats: A systematic literature review. *Progress in Disaster Science*, *15*, Article 100244. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2022.100244>

- Woods, D. D. (2015). Four concepts for resilience and the implications for the future of resilience engineering. *Reliability Engineering & System Safety*, *141*, 5–9. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2015.03.018>
- World Health Organization. (2009). *Manual for the public health management of chemical incidents*.
- World Health Organization. (2021). *Off-the-shelf exercise handbook: Health systems resilience exercises*.
- Xing, J., Zeng, Z., & Zio, E. (2019). Dynamic business continuity assessment using condition monitoring data. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *41*, Article 101334. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101334>
- Zio, E. (2016). Critical infrastructures vulnerability and risk analysis. *European Journal for Security Research*, *1*, 97–114. <https://doi.org/10.1007/s41125-016-0004-2>