



**GENEL MORFOLOJİK ANALİZ YÖNTEMİ İLE OLASI KBRN-P
OLAYLARINA YÖNELİK SENARYO GELİŞTİRME:
ÖRNEK KİMYASAL OLAY SENARYOLARI**

Betül ÇAVLAN
1208217151

ACİL YARDIM VE AFET YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ

Tez No: 2024 / 293

2024 – TEKİRDAĞ

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GENEL MORFOLOJİK ANALİZ YÖNTEMİ İLE OLASI
KBRN-P OLAYLARINA YÖNELİK SENARYO
GELİŞTİRME: ÖRNEK KİMYASAL OLAY SENARYOLARI**

Betül ÇAVLAN
1208217151

ACİL YARDIM VE AFET YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI
KİMYASAL, BİYOLOJİK, RADYOLOJİK VE NÜKLEER (KBRN) VE
TOKSİKOLOJİK AFETLER TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ

Tez No: 2024 / 293

2024 – TEKİRDAĞ

KABUL VE ONAY

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Acil Yardım ve Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ danışmanlığında yürütülmüş
bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi

09/01/2024

İMZA

Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

İMZA

Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

İMZA

Unvanı, Adı ve Soyadı
Üniversitesi

Acil Yardım ve Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi
Betül ÇAVLAN'ın “Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına
Yönelik Senaryo Geliştirme: Örnek Kimyasal Olay Senaryoları” başlıklı tezi
09/01/2024 günü saat 10:00’da Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Lisansüstü
Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek
kabul edilmiştir.

İMZA

Unvanı, Adı ve Soyadı
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında bilgilerini, yardımlarını, ilgisini ve sabrını esirgemeyen, yüksek lisans ve lisans öğrenimim boyunca tecrübelerinden azami ölçüde yararlandığım, rehberliği ile yolumu aydınlatan değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayşe Handan DÖKMECİ hocama sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Ferdi olmaktan gurur duyduğum haklarını asla ödeyemeyeceğim kıymetli aileme, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan canım annem Ebru ÇAVLAN ve babam Aziz ÇAVLAN'a, kardeşlerim Beril ÇAVLAN ve Yavuz Selim ÇAVLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

“Muhtaç olduğun kudret damarlarındaki asil kanda mevcuttur.” ile tamamladığı, bizlere asla unutmamamız gereken Gençliğe Hitabe'yi armağan eden Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK gibi bir lidere sahip olmaktan ve onun kurmuş olduğu Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olmaktan her zaman gurur duyacağımı ve Cumhuriyetimizin 100. yılında tezimi başarıyla savunmuş olmanın mutluluğu içerisinde olduğumu belirtmek isterim.

Betül ÇAVLAN

ÖZET

ÇAVLAN, B. Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme: Örnek Kimyasal Olay Senaryoları, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Anabilim Dalı, Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer (KBRN) ve Toksikolojik Afetler Tezli Yüksek Lisans Programı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 2024. Günümüzde daha sık ve şiddetli bir biçimde gerçekleşme olasılığına sahip KBRN-P olaylarının sebep olabileceği yaralanmalar, can kayıpları, çevresel zararlar, ağır ekonomik ve sosyal kayıpların önlenmesi ve bu tür olaylara hızlı ve doğru bir müdahalenin gerçekleştirilebilmesi için risk yönetimi çalışmalarının etkin bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir. Risk yönetimi çalışmaları kapsamında olası KBRN-P olayları için özel olarak geliştirilecek senaryolar; gelecekte yaşanabilecek öngörülemez olasılıkların tahmin edilmesini, gerekli önlemlerin alınmasını ve bu tür olaylara hızlı ve etkili bir müdahale için hazırlıklı olunmasını sağlayacaktır. Olası KBRN-P olaylarına her açıdan hazırlıklı olunması konusunda büyük bir role sahip olan bu senaryoların bir yöntem çerçevesinde ve sistematik bir şekilde geliştirilmesi, bir gerçeklik modelinin oluşturulmasını ve daha etkin bir biçimde kullanılmalarını sağlayacaktır. Genel Morfolojik Analiz (GMA), yaratıcı bir şekilde analiz yapılmasını sağlayan; uygun ve tutarlı senaryolar geliştirmek için kullanılan yapılandırılmış bir yöntemdir. Bu bağlamda, gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında GMA yöntemine ait prosedürler doğrultusunda kimyasal olaylar ile ilgili iki farklı morfolojik model oluşturulması ve bu morfolojik modeller aracılığıyla dört farklı örnek kimyasal olay senaryosu geliştirilmesi amaçlanmıştır. Risk azaltma planlarında yer alacak senaryoların, GMA yöntemi ile oluşturulan morfolojik modeller aracılığıyla daha etkili ve gerçeği yansıtacak bir şekilde geliştirilmeleri söz konusudur. Bu morfolojik modellerin ve modeller aracılığıyla geliştirilen senaryoların eğitim ve tatbikatlarda kullanılması, müdahale ekiplerinin olası KBRN-P olaylarına müdahale için gerçek anlamda hazırlıklı olmasını sağlayacaktır. Bu noktada, ulusal ve uluslararası ölçekte yürütülen risk yönetimi çalışmalarına genel anlamda büyük fayda sağlamaları söz konusudur.

Anahtar Kelimeler: KBRN-P, Senaryo Geliştirme, Kimyasal Olay Senaryoları, Genel Morfolojik Analiz, Risk Yönetimi Çalışmaları.

ABSTRACT

ÇAVLAN, B. Scenario Development for Possible CBRNE Incidents with The Method of General Morphological Analysis: Sample Chemical Incidents Scenarios, Department of Emergency and Disaster Management, Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN) and Toxicological Disasters Master's Program with Thesis, Master's Thesis, Tekirdag, 2024. Risk management studies must be carried out effectively in order to prevent injuries, loss of life, environmental damage, heavy economic and social losses that may be caused by CBRNE incidents, which are likely to occur more frequently and violently today, and to ensure a rapid and accurate response to such incidents. Scenarios to be developed specifically for possible CBRNE incidents within the scope of risk management studies will enable the prediction of unpredictable possibilities that may occur in the future, taking the necessary precautions and being prepared for a rapid and effective response to such incidents. Developing these scenarios systematically and within a method, which has a great role in being prepared for possible CBRNE incidents in every aspect, will enable the creation of a reality model and their more effective use. General Morphological Analysis (GMA) is a structured method used to develop appropriate and coherent scenarios that enable creative analysis. In this context, within the scope of the thesis study, it was aimed to create two different morphological models related to chemical incidents in line with the procedures of the GMA method and to develop four different sample chemical incident scenarios through these morphological models. Scenarios to be included in risk reduction plans can be developed in a more effective and realistic way through morphological models created with the GMA method. The use of these morphological models and the scenarios developed through the models in training and exercises will ensure that response teams are truly prepared to respond to possible CBRNE incidents. At this point, it is possible that they will provide great general benefit to risk management studies carried out on a national and international scale.

Keywords: CBRNE, Scenario Development, Chemical Incident Scenarios, General Morphological Analysis, Risk Management Studies.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER.....	xiii
TABLolar	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Afet ve Acil Durum	6
2.2. Afet ve Acil Durum Yönetimi	8
2.3. KBRN-P	12
2.3.1. Kimyasal Maddeler.....	16
2.3.2. Biyolojik Maddeler	26
2.3.3. Radyolojik ve Nükleer Maddeler.....	30
2.3.4. Patlayıcı Maddeler	34
2.4. Senaryo Nedir?	42
2.4.1. Senaryo Metodolojisinin İlk Kullanımı, Gelişimi ve Kullanım Alanları .	45
2.4.2. Afet ve Acil Durumlar Açısından Senaryonun Önemi ve Kullanımı	46
2.4.3. Risk Yönetimi Çalışmaları Kapsamında Senaryonun Önemi ve Kullanımı	50
2.5. Bilimsel Model ve Modelleme Yöntemleri	53
2.5.1. Morfolojik Model (Genel Morfolojik Analiz / GMA)	56
2.5.1.1. Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi (ÇTD)	62
2.5.2. Sistem Dinamiği Modeli (SDM).....	69
2.5.3. Bayes Ağ Modeli	71
2.5.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	73
2.5.5. Karar Ağacı (KA)	74
3. OLASI KBRN-P OLAYLARINA YÖNELİK SENARYO GELİŞTİRME.....	75
3.1. Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirmenin Önemi	75
3.2. Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme İle İlgili Genel Koşullar	77

3.3. Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme ve Bir Senaryo Örneği	84
4. MATERYAL VE METOT	88
4.1. Araştırma Süreci.....	88
4.2. Materyal.....	90
4.3. Metot.....	90
5. BULGULAR.....	103
6. TARTIŞMA	116
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	133
KAYNAKLAR	140
EKLER.....	151
EK 1	
EK 2	
EK 3	
EK 4	
EK 5	
EK 6	
EK 7	
EK 8	
EK 9	
EK 10	

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Hidrojen siyanür
ADN	Amonyum Dinitramit
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
AN	Amonyum Nitrat
ANFO	Amonyum Nitrat + Fuel Oil
AP	Amonyum Perklorat
ARS	Akut Radyasyon Sendromu
BAL	British Anti-Lewisite
BLA	Bazik kurşun azit
BNM	Bayesian Network Model
BOGSAT	Bunch Of Guys Sitting Around a Table
Bq	Becquerel
BTWC	Biological and Toxin Weapons Convention
BZ	3-kuinüklidinil benzilat
CalTech	California Institute of Technology
CASPER	Computer Aided Scenario and Problem Evaluation Routine
CBRNE	Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CDC	The Centers for Disease Control and Prevention
CG	Fosgen
CI	Klor
CIE Toolkit	Chemical Incidents Emergencies Toolkit
CN	Kloroasetofenon
CR	Dibenz (b, f)-1, 4-oxazepine
CS	O-kloro benzalmalononitril

CWC	Chemical Weapons Convention
ÇTD	Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi
ÇTM	Çapraz Tutarlılık Matrisi
DA	Difenilkloroarsin
DC	Difenilsiyanoarsin
DM	Adamsit
EM	Energetic Material
EYP	El Yapımı Patlayıcı
FOI	Swedish Defence Research Agency
FO	Fuel Oil
GA	Tabun
GB	Sarin
GD	Soman
GF	Siklosarin
GMA	Genel Morfolojik Analiz
HazMat	Hazardous Materials / Tehlikeli Maddeler
HEM	High Energy Material
HMX	High Melting Explosive
HKKM	Hastalık Kontrol ve Koruma Merkezi
IMPACT	Innovative Measures for the Protection Against CBRN Terrorism
ITO	International Terrorist Organisation
İRAP	İl Risk Azaltma Planı
KA	Karar Ağacı
KBRN	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer
KBRN-P	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve Patlayıcı
KİS	Kitle İmha Silahları
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
KSK	Kimyasal Silahlar Konvansiyonu
KSYÖ	Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü
L	Lewisit
LA	Kurşun azit

LSD	Liserjik asit dietilamid
MASH	MASs-casualties and Healthcare following the release of toxic chemicals or radioactive materials
MERS	Middle East Respiratory Syndrome
MF	Cıva fülminat
MIC	Metil İzosiyanat
MKE	Makine Kimya Endüstrisi
MNT	Mononitrotoluen
NC	Nitroselüloz
NDK	Nükleer Düzenleme Kurulu
NG	Nitrogliserin
NiV	Nipah virüsü
OC	Oleoresin capsicum / Biber Gazı
OPCW	Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons
PETN	Pentaeritritol Tetranitrat
PRACTICE	Preparedness and Resilience Against CBRN Terrorism Using Integrated Concepts and Equipment
RDX	Research Department Explosive
SARS	Severe Acute Respiratory Syndrome
SDM	Sistem Dinamiği Modeli
SKI	Swedish Nuclear Power Inspectorate
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TCDD	2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksin
TDI	Toluen diizosiyanat
TNT	Trinitrotoluen
TSK	Türk Silahlı Kuvvetleri
WHO	World Health Organization
°C	Celsius / Santigrat Derece

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.1. Doğa, teknoloji ve insan kaynaklı tehlikelerin sonuçları.....	6
Şekil 2.2.1. Afet yönetiminin süreçleri, aşamaları ve yaklaşımları	9
Şekil 2.3.1. KBRN ve diğer tehlikeler spektrumu	14
Şekil 2.3.1.1. Kimyasal savaş ajanlarının biyolojik etkilerine göre sınıflandırması..	22
Şekil 2.3.4.1. Patlayıcıların sınıflandırılması.....	37
Şekil 2.4.1. Belirsizlik ve kontrol edilebilirlik arasında senaryo metodolojisinin konumu.....	44
Şekil 2.4.2.1. Bütünleşik afet yönetimi sistemi döngüsü	48
Şekil 2.4.3.1. Acil durum planlamasında senaryo metodolojisinin kullanımı	52
Şekil 2.5.1.1. Bir morfolojik modelde girdi (kırmızı) seçimi ve çıktı (mavi) seçimi örneği.....	59
Şekil 2.5.1.2. 75 (5*5*3) hücre içeren tipolojik biçimdeki 3 parametrelili “Zwicky Kutusu”	60
Şekil 2.5.1.3. Parametre terminolojisi.....	61
Şekil 2.5.1.4. Bayes ağ modeli ve morfolojik modelin geliştirilme adımları	62
Şekil 2.5.1.1.1. $4 \times 4 \times 4 \times 3 \times 4 = 768$ olası konfigürasyona sahip beş parametrelili bir morfolojik alanın, 10 parametre bloğu ve 144 çapraz tutarlılık hücresi içeren Çapraz Tutarlılık Matrisi	63
Şekil 2.5.1.1.2. Bir HazMat modelindeki doğrudan bağlantılı parametre blokları....	64

Şekil 2.5.1.1.3. Bir HazMat modelindeki doğrudan bağlantılı parametrelere ait grafik	65
Şekil 2.5.1.1.4. Yaş ve ağırlık değerlerinin karşılaştırıldığı varsayımsal bir örnekte kullanılan değerlendirme anahtarları.....	66
Şekil 2.5.1.1.5. İlk iki parametre değerinin Çapraz Tutarlılık Matrisi'nde karşılık geldiği (mavi) hücre	68
Şekil 2.5.1.1.6. ÇTD işlemi tamamlanmış HazMat hazırlık modeli.....	69
Şekil 2.5.2.1. Sistem dinamiği modelleme örneği	71
Şekil 2.5.3.1. Simülasyon alıştırmalarında kullanılan Bayes ağı örneği	72
Şekil 2.5.4.1. Ağırlıklandırılmamış analitik hiyerarşi süreci	73
Şekil 2.5.5.1. Karar ağacı yapısı örneği	74
Şekil 3.2.1. Üç katmanlı senaryo etki modeli	80
Şekil 4.1.1. Tez çalışması kapsamında yürütülen çalışma akışı şeması.	89
Şekil 5.1. Olası kimyasal olaylar ve gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin senaryo geliştirme modelinin çapraz tutarlılık değerlendirmesi (Detaylı görünüm için bkz. EK 3).	105
Şekil 5.2. Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin senaryo geliştirme modelinin çapraz tutarlılık değerlendirmesi (Detaylı görünüm için bkz. EK 7).	111
Şekil 6.1. Afet durumları için morfolojik tablolardan oluşan bir ağ.....	127

TABLOLAR

Tablo 2.2.1. Afet öncesi ve sonrasındaki aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar	10
Tablo 2.3.1.1. Endüstriyel kimyasal maddelerin toksik etkileri.....	18
Tablo 2.3.2.1. Biyolojik ajanların sınıflandırılması	28
Tablo 2.4.2.1. Bütünleşik afet yönetim sistemi aşamalarında senaryo metodolojisinin kullanım örnekleri	48
Tablo 2.5.1. Bazı modelleme yöntemleri ve özellikleri	56
Tablo 2.5.1.1. Morfolojik biçimdeki 3 parametrelili alan (Mavi renkle vurgulanmış konfigürasyon, Şekil 2.5.1.1’deki mavi işaretli hücreye karşılık gelmektedir)	60
Tablo 2.5.1.1.1. Değerlendirme anahtarları.....	66
Tablo 2.5.1.1.2. ÇTD işleminin başlangıcı için morfolojik alandaki ilk iki parametre değerinin seçilmesi.....	68
Tablo 3.3.1. Makedonya Cumhuriyeti KBRN senaryo oluşturma ve risk değerlendirme metodoloji rehberinde yer alan morfolojik kutu	85
Tablo 3.3.2. “Bir meydana risin salınımı” başlıklı senaryo geliştirilirken seçilen varyasyonlar	86
Tablo 5.1. Olası kimyasal olaylar ve gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin senaryo geliştirme modeli (Bkz. EK 2).	104
Tablo 5.2. Örnek senaryo 1 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve müdahale alanından belirlenen (çıkı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 4).	106

Tablo 5.3. Örnek senaryo 2 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve müdahale alanından belirlenen (çıktı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 5).	108
---	-----

Tablo 5.4. Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin senaryo geliştirme modeli (Bkz. EK 6).	110
---	-----

Tablo 5.5. Örnek senaryo 3 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve sonuç alanından belirlenen (çıktı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 8).	112
---	-----

Tablo 5.6. Örnek senaryo 4 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve sonuç alanından belirlenen (çıktı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 9).	115
---	-----

Tablo 6.1. İsveç Kurtarma Hizmetleri'ni değerlendirme modeli	130
---	-----

Tablo 6.2. 2001 yılında İsveç'teki küçük bir şehirde orta ölçekli bir kurtarma hizmetinin hazırlıklı olma durumu.....	130
--	-----

Tablo 6.3. Müdahale alanında istenilen bir müdahale düzeyini gerçekleştirmek için hangi kaynakların gerekli olacağına ilişkin değerlendirme.	131
--	-----

1. GİRİŞ

Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve Patlayıcı (KBRN-P) olayların özellikleri diğer afet ve acil durumlardan farklılık göstermektedir. KBRN-P olayları; doğal bir şekilde, kazalar ya da terör veya sabotaj gibi kasıtlı eylemler sebebiyle gerçekleşmektedir. Bu olaylarda yayılım gösteren KBRN-P maddeleri; çevre, toplum ve normal yaşam faaliyetleri üzerinde farklı ve önemli düzeyde etkilenmeler meydana getirmektedir. KBRN-P olaylarına ait etkilerin birçoğu, olayın süresi ile sınırlı kalmayıp olay meydana geldikten uzun zaman sonra ortaya çıkabilmektedir. Çünkü KBRN-P maddeleri insanların, çevrenin, havanın, nesnelerin ve binaların kontamine olmasına neden olmaktadır. KBRN-P kısaltmasında yer alan harflerin arkasındaki tehlikeli madde türlerinin her birinin farklı zaman dilimlerinde farklı etkileri mevcuttur. Bu olaylar sonucunda ortaya çıkan kontaminasyon tehlikesi saatlerden günlere hatta yıllara dek uzayabilmektedir. Pek çok olumsuz etkiyi beraberinde getiren ve günümüzde doğal, kazara veya kasıtlı bir nedenden dolayı gerçekleşme olasılığı oldukça fazla olan KBRN-P olayları için gerekli kaynakların ve alınacak önlemlerin belirlenmesi ve bu olaylar meydana geldiğinde gerçekleştirilecek müdahalenin tüm aşamaları için etkili bir şekilde planlama yapılması gerekmektedir. Risk yönetimi dahilinde olası KBRN-P olaylarına yönelik yürütülen çalışmalar, bu olaylar ile başa çıkma kapasitesinin artırılmasında büyük bir öneme sahiptir (Stöven ve Sahovic 2015; Endregard ve diğ. 2012; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008).

Olası KBRN-P olayları ile ilgili gerekli imkân ve kaynakların niteliğinin, miktarının ve nasıl kullanılmalrı gerektiğinin net bir şekilde değerlendirilebilmesi için bu olaylara yönelik risk azaltma planları kapsamında veya özel olarak planlama çalışmalarının yürütülmesi gerekmektedir. Planların oluşturulması ve formüle edilmesinde senaryolar bir temel oluşturmaktadır ve aynı zamanda planlama sürecini kolaylaştırmaktadırlar. Bu sebeple, olası KBRN-P olaylarına yönelik farklı temalarda ve uygun ayrıntı düzeyine sahip çok sayıda senaryonun geliştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Bu senaryoların KBRN-P olaylarına yönelik hazırlanan planlarda kullanılması; KBRN-P maddelerinin yayılım göstermesi ile meydana gelebilecek ciddi sonuçlara ilişkin bilgi ve öngörülerin artırılmasını, mevcut kaynakların daha iyi bir şekilde kullanılmasını ve bu olaylara karşı etkin bir risk yönetimi gerçekleştirilmesini sağlayacaktır. KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar aynı zamanda, bu olaylar meydana

geldiğinde neler olabileceği, hangi müdahalelerin gerekli olabileceği konusunda öngörülerde bulunmaya ve olay anında alınacak kararlar ve gerçekleştirilecek eylemlerin sonuçları üzerine düşünmeye teşvik ettiği için eğitim ve tatbikatlarda da kullanılmaktadır. Bu bağlamda olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolar, bu olaylar ile ilgili yürütülen risk yönetimi çalışmaları için kilit bir role sahiptir ve çok yönlü araç niteliği taşımaktadırlar (Alexander 2000; Alexander 2017; Cassel ve diğ. 2011; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008; Ringland 1998).

Senaryolar, yakın geçmişte yaşanan olaylar ve etkileri baz alınarak ve mevcut senaryolardan esinlenilerek geliştirilebilmektedir (Alexander 2017; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) 2020; Endregard ve diğ. 2011; Endregard ve diğ. 2012). Bu bağlamda geliştirilen senaryolar için hiç sistematik olmayan bir yöntem benimsendiği belirtilmektedir ve bu yöntem “Bir Masanın Etrafında Oturan Bir Grup Adam” (Bunch Of Guys Sitting Around a Table / BOGSAT) olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemde, ilgili konunun uzmanları büyük bir role sahiptir ancak senaryo geliştirme eylemine genel anlamda bilimden çok sanat çerçevesinde yaklaşılmaktadır (Eriksson ve Ritchey 2005). KBRN-P olayları, diğer afet ve acil durumlara göre bir dizi farklı ve ölçülemeyen faktör içerdiği için bu olaylar ile ilgili senaryolar da, benzer özellikte olup karmaşık bir problem niteliğindedirler (Ritchey 2007). Ackoff (1974) karmaşık bir problemi; karmaşa, problem ve bulmaca olmak üzere üç düzeyde tanımlamaktadır. Karmaşa, somut olarak tanımlanamamaktadır ve sistematize edilememektedir. Bu sebeple, temelinde yatan problemin ortaya çıkarılması zordur. Problem, değişkenlerle tanımlanmış bir yapıya sahiptir. Bir problem, değişkenlerin birbirini nasıl etkilediğini göstermektedir ancak belirli bir çözüme sahip değildir. Bulmaca belirli bir çözümü olan, iyi tanımlanmış ve iyi yapılandırılmış bir problemdir. Bu bağlamda, karmaşık problemlerin bulmaca durumuna getirilebilmesi için bir çözüm yolu bulunmaya çalışılmalıdır. Morfolojik analiz veya Genel Morfolojik Analiz (GMA), karmaşa ve problem düzeylerinde çalışılmasına yardımcı olmaktadır (Ackoff 1974; Ji ve Ahn 2019). Karmaşık problemlerin tanımlanmasını ve yapılandırılmasını sağlayan GMA, bilim çerçevesinde senaryo geliştirmek için en uygun yöntem olarak nitelendirilmekte olup bu amaçla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Aynı zamanda, sayısal olmayan yani nitel bir yöntem olan GMA, olası KBRN-P olaylarına yönelik

senaryolar geliştirilirken yapılandırılmış bir yöntem benimsenmesi noktasında oldukça büyük bir öneme sahiptir (Eriksson ve Ritchey 2005; Ji ve Ahn 2019).

“Parametreleştirme veya parametrelerle ifade etme” temeline dayanan GMA yöntemi ile senaryoların içermesi gereken temel parametreler belirlenmektedir ve belirlenen her bir parametrenin tüm olası durumlarını kapsayacak parametre değerleri tanımlanmaktadır (Ritchey 2003; Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Eriksson ve Ritchey 2005; Stenstörn 2013). Bu yöntemin esas noktası, tanımlanan parametreleri ve değerlerini içeren n boyutlu bir morfolojik tablonun oluşturulmasıdır. GMA ile oluşturulan morfolojik tablolar veya morfolojik alanlar, senaryo geliştirmek amacıyla ele alınan problem kompleksine ilişkin herhangi bir olasılığın gözden kaçırılma riskini ortadan kaldırmaktadır (Şener 2006). Bu morfolojik alanlar aracılığıyla senaryolar geliştirilirken, senaryo teması ve içeriği ile uygun olan parametre değerleri arasından seçim yapılacağı için parametre değerlerinin tutarlı olma yani bir arada bulunabilme durumlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu noktada, GMA yöntemi prosedürleri kapsamında Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi (ÇTD) gerçekleştirilmektedir. ÇTD’nin tamamlanmasıyla morfolojik alanlar, morfolojik model niteliği kazanmaktadır (Bkz. EK 1) (Ritchey 2019; Ritchey 2015). GMA yöntemine ait prosedürler, manuel olarak gerçekleştirilebildiği gibi GMA için geliştirilen yazılımlardan da destek alınabilmektedir (Johansen 2017; Ritchey 2006b; Ritchey 2011). GMA yöntemi aynı zamanda, simpleks (tek yönlü veya basit) ve dupeks (çift yönlü) olmak üzere iki farklı modelleme türünde modeller oluşturulmasına fırsat tanımaktadır. Bu modelleme türleri, morfolojik modellerin kullanılma amacına bağlı olarak tercih edilebilmektedir (Ritchey 2011). Tercih edilen modelleme türüne ve ÇTD’ye bağlı olarak morfolojik modellerden seçilen tutarlı parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda çok sayıda senaryo kolaylıkla geliştirilebilmektedir ve detaylandırılarak senaryo metnlerinin yazımı gerçekleştirilebilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

KBRN-P olayları genel anlamda; kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer veya patlayıcı maddelerin büyük yahut küçük miktarlarda, kazara ya da kasıtlı bir şekilde ve patlayıcı, rüzgar, aerosol, besin ve su gibi farklı yollar aracılığıyla yayılım göstermesi sonucunda meydana gelen farklı olay türlerini kapsamaktadır. Bu olaylar, iç veya dış mekanlarda gerçekleşebilmektedir. Dış mekanlarda meydana geldiklerinde

hava durumu, rüzgarın şiddeti ve yönü, iç mekanlarda ise ortam koşulları (sıcaklık, havalandırma sisteminin durumu vb.) bu olayların seyrini etkileyebilmektedir. KBRN-P maddelerinin ulaşımın yoğun olduğu saatler ya da halk pazarının kurulduğu günler gibi farklı zaman dilimlerinde yayılım göstermesi; bu maddelere az veya çok sayıda kişinin maruz kalmasına, zarar görmesine ya da risk altında kalmasına neden olabilmektedir ve bu maddelerin yayılım gösterdiği olaylar kişilerde psikolojik etkilere de yol açabilmektedir. KBRN-P olaylarının pek çok faktörü bünyesinde barındırmasından yola çıkarak, bu olaylar ile ilgili senaryoların öngörülerde bulunmak ve ihtiyaç duyulan kaynakları belirlemek kısacası risk yönetimi çalışmaları kapsamında bu olaylara ilişkin kapasitenin artırılmasında kullanılabilmeleri için tüm bu faktörleri içerecek şekilde geliştirilmeleri gerekmektedir (Stöven ve Sahovic 2015; Endregard ve diğ. 2012; Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Cassel ve diğ. 2005; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008). Ayrıca bu senaryoların, en kötü ve muhtemel senaryo şeklinde nitelendirilerek ve çok sayıda geliştirilmeleri, KBRN-P olayları ile ilgili gerçekleştirilmesi planlanan çalışmalar için eyleme geçilmesi noktasında büyük kolaylık sağlayacaktır (AFAD 2020).

KBRN-P olayları ve bu olaylar ile ilgili senaryolar çok sayıda ölçülemeyen faktör içerdiği için karmaşık bir problem veya çok bilinmeyenli bir denklem niteliğinde oldukları ifade edilebilmektedir. Bu bağlamda KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar, sistematik bir şekilde geliştirilmelerini sağlayan yapılandırılmış bir yöntemin benimsenmesini gerektirmektedir ve şüphesiz ki bu yöntemin, karmaşa ve problem düzeyinde çalışılmasına yardımcı olan ve senaryo geliştirmek için en uygun yöntem olarak tanımlanan GMA olduğu düşünülmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Eriksson ve Ritchey 2005; Ji ve Ahn 2019; Ritchey 2007). Kimyasal olay senaryoları özelinde de aynı durum söz konusudur. Günümüzde kullanım alanları her geçen gün artan kimyasal maddelerin kasıtlı bir şekilde veya kazara yayılım göstermesi sonucunda meydana gelebilecek olaylar (OPCW 2020; Dökmeci 2018) da çok sayıda ölçülemeyen faktör içermektedir. Bu noktada, olası kimyasal olaylar ile ilgili senaryoların da sanattan çok bilim çerçevesinde (Eriksson ve Ritchey 2005) ve bir yöntem dahilinde geliştirilmeleri gerektiği ve bu yöntemin GMA olduğu düşünülmektedir.

Tez çalışması kapsamında, örnek kimyasal olay senaryoları ve bu senaryoların bir yöntem çerçevesinde ve sistematik bir şekilde geliştirilmeleri amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, GMA yöntemi tez çalışmasında metot olarak kullanılmıştır ve bu yönteme ait prosedürler yazılım desteği olmadan gerçekleştirilmiştir. Tez çalışmasının yönteminin GMA olarak belirlenmesi ile “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile dupleks (çift yönlü) modelleme türünde iki farklı morfolojik modelin oluşturulması amaçlanmıştır (Şekil 4.4.1). Birinci ve ikinci morfolojik modelin her ikisinden de en kötü ve muhtemel senaryo niteliğine sahip iki senaryo geliştirilmiştir ve oluşturulan bu iki farklı morfolojik modelden toplamda dört farklı örnek kimyasal olay senaryosu elde edilmiştir. GMA prosedürleri doğrultusunda iki morfolojik model oluşturulurken gerçekleştirilen ÇTD’ler göz önünde bulundurulduğunda, bu morfolojik modeller aracılığıyla geliştirilen senaryolara ek olarak çok sayıda muhtemel ve en kötü senaryonun geliştirilebileceği öngörülmektedir. Oluşturulan morfolojik modellerin dupleks (çift yönlü) türünde olmalarının, farklı şekillerde ve farklı amaçlara yönelik kullanım imkanı sağlayacağı düşünülmektedir. Tez çalışması kapsamında, olası kimyasal olaylar ile ilgili oluşturulan iki morfolojik modelin ve bu morfolojik modeller aracılığıyla geliştirilen dört örnek senaryonun genel anlamda; olası kimyasal olaylar ile başa çıkma kapasitesinin artırılması adına yürütülen risk yöntemi ve değerlendirme çalışmalarında bir temel oluşturacağı ve bu olaylara ilişkin herhangi bir olasılığın gözden kaçırılma riskini ortadan kaldıracığı düşünülmektedir (Endregard ve diğ. 2011; Ringland 1998; Şener 2006).

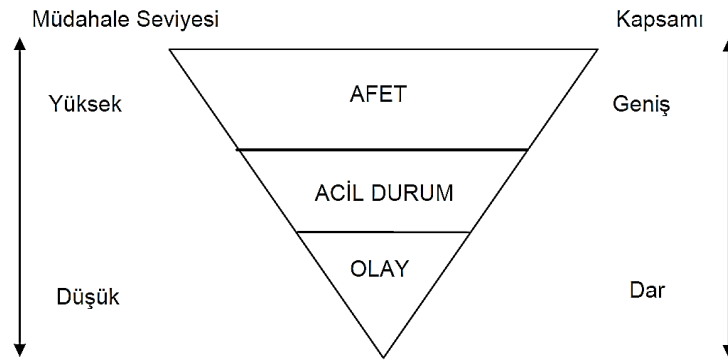
Örnek kimyasal olay senaryoları geliştirmek amacıyla oluşturulan morfolojik modeller birbirinden bağımsızdırlar. Çünkü olası kimyasal olaylar ilgili farklı temalarda senaryolar geliştirilmesinin pek çok açıdan fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek kimyasal olaylara yönelik gerçekleştirilecek müdahale ve kasıtlı kimyasal olayların sonuçları şeklinde iki farklı tema dahilinde örnek senaryoların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Birinci morfolojik model ve bu morfolojik model aracılığıyla geliştirilen “Örnek Senaryo 1” ve “Örnek Senaryo 2”nin kimyasal olaylara

hazırlık ve müdahaleye ilişkin eksikliklerin ve boşlukların analiz edilmesinde; ikinci morfolojik model ve bu morfolojik model aracılığıyla geliştirilen “Örnek Senaryo 3” ve “Örnek Senaryo 4”ün kasıtlı kimyasal olayların sonuçlarına ilişkin bilgi ve öngörülerin artırılabilmesinde fayda sağlayacağı ve eğitim, tatbikat ve planlama çalışmalarında kullanılabilecekleri düşünülmektedir. Gerçekleştirilen tez çalışmasının, senaryoların bir yöntem dahilinde ve sistematik bir şekilde geliştirilmesine ilişkin ulusal literatürdeki ve risk azaltma planlarındaki açığın kapatılmasına ve bu alanda çalışma gerçekleştirenlere büyük bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Afet ve Acil Durum

Doğa, teknoloji veya insan kaynaklı tehlikelerin sonuçları; kapsamı, büyüklükleri ve gerçekleştirilecek müdahale seviyelerine göre olay, acil durum ve afet olmak üzere üç gruba ayrılabilir (Şekil 2.1.1) (İlhan 2013; Kadioğlu 2011).



Şekil 2.1.1. Doğa, teknoloji ve insan kaynaklı tehlikelerin sonuçları (İlhan 2013; Kadioğlu 2008).

Yerel ve oldukça sınırlı bir etkiye sahip olan, acil müdahale ekiplerinin kolaylıkla kontrol altına alabildiği ve yerleşim alanları ile kurum ve kuruluşları etkilemeyen hadiseler, olay olarak tanımlanmaktadır (Kadioğlu 2011). Acil durum; toplumun tamamı veya belirli kesiminin günlük hayat akışını bozan ve faaliyetlerinin durmasına yahut kesintiye uğramasına sebebiyet vermesiyle birlikte yerleşim birimleri

ile kurum ve kuruluşların iş yapma kapasitesini etkileme potansiyeline sahip acil müdahale gerektirmesinin yanı sıra yerel imkânlarla baş edilebilecek seviyedeki olaylar ve bu olayların meydana getirdiği kriz durumu olarak ifade edilebilmektedir. Afet ise, bir olayın kendisinden ziyade doğurduğu sonuçlar olarak nitelendirilebilmektedir. Acil durumlardan farkı, yerel imkân ve kaynaklar ile baş edilemeyecek seviyede olmalarıdır. Bu bağlamda; toplumun tamamının veya belirli kesiminin günlük hayat akışını bozan ve faaliyetlerinin durmasına ya da kesintiye uğramasına sebebiyet vererek fiziksel, sosyal, ekonomik, kültürel, çevresel ve doğal zararlar meydana getiren doğa, insan veya teknoloji kaynaklı olaylar olarak tanımlanabilmektedir (AFAD 2014; Kadioğlu 2011).

Afetler; meydana geliş şekilleri, kaynakları, bölgesel farklılıklar, büyüklükleri gibi değişkenler aracılığıyla çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Dökmeci 2018). İki veya daha fazla ilin etkilenmesine neden olan afetler büyük ölçekli, insanların tahliyesinin gerçekleştirilmesine hiç zaman kalmadan ya da çok az zaman kaldığında meydana gelen afetler hızlı oluşan ve ardışık etkilerle zaman geçtikçe daha büyük boyutlarda ulaşabilen afetler ise dinamik afetler olarak kategorize edilerek özelliklerine göre sınıflandırılabilir (Kadioğlu 2011). Ancak tüm ülkeler arasında ortak bir dil oluşturulabilmesi için afetler; doğal afetler ve insan kaynaklı diğer bir adıyla teknolojik afetler olarak iki başlık altında sınıflandırılmaktadır. Doğanın gücünün tahrip edici etkisiyle canlıların önemli ölçüde olumsuz etkilendiği afetler, doğal afetler olarak nitelendirilmektedir. Doğal afetler; meteorolojik, jeofiziksel, klimatolojik, hidrolojik biyolojik kaynaklı olabilmektedir. Bu afetlere örnek olarak; sel, deprem, kuraklık, tsunami, çekirge istilaları ve salgınlar verilebilmektedir. İnsan kaynaklı/teknolojik afetler ise insani faktörlerin etkili olduğu olgu ve olayların yol açtığı afet niteliğindeki sonuçlar olarak tanımlanmaktadır. KBRN-P kazaları, savaş ve terör eylemleri, büyük endüstriyel tesis kazaları, deniz, hava veya kara yoluyla tehlikeli madde taşımacılığında meydana gelen büyük ulaşım kazaları, mülteci ve göç hareketleri, madencilik faaliyetlerinden veya maden atıklarından kaynaklanan kazalar, çevre kirliliği gibi olaylar bu sınıfta yer almaktadır. Oluşumları insana bağlı olan bu tür afetler, çoğunlukla gerekli önlemlerin alınmaması ve dikkatsizlikten kaynaklanmaktadır. İnsan kaynaklı/teknolojik afetlerin meydana

gelme sıklığı her geçen gün endişe verici bir şekilde artmakta olup canlılar ve çevre için büyük bir tehdit niteliği taşımaktadır (Dökmeci 2018; Kadioğlu 2011).

Doğa ya da insan kaynaklı olması fark etmeksizin tüm afet ve acil durumlar; yaralanmalara, can kayıplarına, ağır ekonomik ve sosyal kayıplara neden olması ile insanların hayatlarını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Afet ve acil durumların her geçen gün sıklığının ve şiddetinin artması; zararlı etkilerinin azaltılmasına yönelik kurumsal, ekonomik, yasal ve teknik önlemlerin alınmasını gerektirmektedir (Özesen-Çolak 2017).

2.2. Afet ve Acil Durum Yönetimi

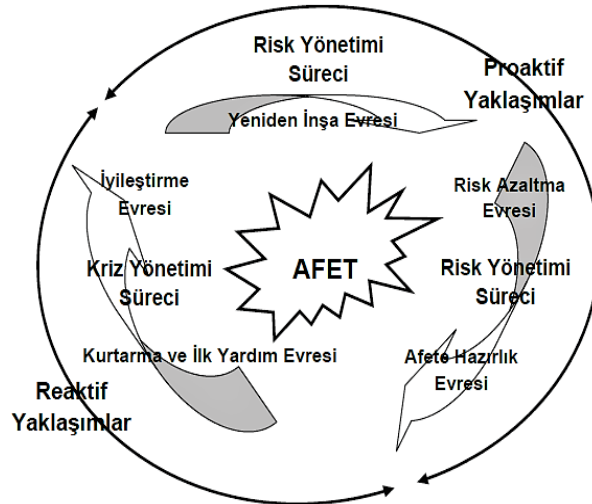
Olay, acil durum ve afet olarak sonuçlanan tehlikelerin teşkil ettiği olası risklerin gerçekleşme ihtimaline yönelik öncesinde, meydana geldiği anda ve sonrasında yapılan çalışmalar; olay, acil durum ve afet yönetimi başlıkları altında seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır. Olay yönetiminde, sadece standart operasyon prosedürleri uygulanmaktadır ve küçük bir ekibin müdahalesinin yeterli olmasıyla birlikte planlamalarda yer alan her servisin aktif hale getirilmesine ihtiyaç duyulmamaktadır (Kadioğlu 2011).

Acil durum yönetimi, bir olayın acil durum olarak değerlendirilmesiyle birlikte başlamakta olup süreklilik durumuna sahip değildir ve acil durumun gerçekleşmesine sebebiyet veren faktörler ortadan kalktığında sona eren bir yönetim biçimidir. Acil durum yönetimi ile etkilenen kişilerin ihtiyaç duyduğu ilk yardım, arama ve kurtarma, temel ihtiyaç malzemeleri, barınma gibi hizmetlerin zamanında, hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Olağan yönetim biçimlerinden farklı olarak olağan dışı yetki, imkân ve kaynak gerektirmektedir. Planlı, hazırlıklı ve koordineli olunması, etkili bir acil durum yönetimi gerçekleştirilmesinin şartlarındandır. Afet yönetimi çerçevesinde gerçekleştirilen müdahale ve iyileştirme aşamalarındaki kısa süreli faaliyetleri kapsamaktadır (AFAD 2014).

Afetlerin meydana gelmesine sebebiyet verecek olayların önlenmesi, risk ve zararlarının azaltılması ile birlikte afet öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken önlemlerin ve gerçekleştirilmesi gereken çalışmaların planlanması, koordine edilmesi, yönlendirilmesi ve desteklenmesinin yanı sıra afet anında hızlı ve etkili bir

müdahalenin gerçekleştirilmesi ve sonrasında da afetten etkilenenler için yeni ve daha güvenli bir çevrenin inşa edilmesini kapsayan çok yönlü yönetim süreci afet yönetimi olarak nitelendirilmektedir. Bütünleşik bir yapıya sahip olmasından dolayı çok taraflı olan afet yönetimi, toplumun tüm kurum ve kuruluşları ile belirlenen stratejik hedefler ve öncelikler doğrultusunda imkân ve kaynakların kullanılmasını gerektirmektedir. Çok yönlü, çok aktörlü ve çok disiplinli olma özelliğine sahip olan afet yönetimi; süreklilik gerektiren, karmaşık ve dinamik bir yönetim biçimidir (AFAD 2014; İlhan 2013).

Afet yönetimi, afetler meydana gelmeden önce her türlü tehlikeye karşı zarar azaltma ve hazırlık çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve afet sonrasında yeniden inşa ile geleceğe yönelik gerçekleştirilen çalışmaları kapsayan risk yönetimini ve afet anı ve sonrasında müdahale, kurtarma ve iyileştirme faaliyetlerini kapsayan kriz yönetimini içermektedir. Bu noktada, risk ve kriz yönetimi olarak iki ana süreçten oluşan afet yönetimi; zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme gibi dört aşama dahilinde gerçekleştirildiği ifade edilebilmektedir (Şekil 2.2.1) (İlhan 2013; Kadioğlu 2008).



Şekil 2.2.1. Afet yönetiminin süreçleri, aşamaları ve yaklaşımları (İlhan 2013).

Gelecekte yaşanması olası afetlerden canlıların ve çevrenin korunabilmesi amacıyla tehlike ve risklerin belirlenerek analiz ve değerlendirmelerinin yapılması,

kaynak ve imkânların belirlenmesi, afet ve acil durum senaryolarının geliştirilmesi ve uygulama önceliklerinin belirlenmesiyle birlikte risklerin azaltılarak yönetilebilmesi için strateji ve uygulama planlarının hazırlanması ve sonrasında hayata geçirilmesi risk yönetimi sürecini oluşturmaktadır (Kadioğlu 2011; Yaman 2021). Bu süreç, uzun dönemli bir yapıya sahiptir ve proaktif yaklaşımların yer aldığı yönetim teknikleri uygulanmaktadır (İlhan 2013). Risk yönetimi kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar, bir olayın afete dönüşmesini engelleyen çalışmalar olarak nitelendirilebilmektedir (Tablo 2.2.1). Risk yönetimi ile aynı zamanda, afetlerle baş edebilme kapasitesinin de artırılması amaçlanmaktadır (Özesen-Çolak 2017; İlhan 2013). Afet yönetiminin diğer ana süreci kriz yönetimi ise; afet meydana geldikten sonra merkezi ve yerel otoritelerin işbirliği içinde koordineli olarak çalışmasını, kriz yönetim merkezinin yönlendirmeleriyle acil müdahale ekiplerinin afet bölgesine zamanında ulaşarak mümkün olan en kısa sürede en fazla kişinin kurtarılmasını, tedavi edilmesini ve ikincil tehlikelerin önlenerek afetzedelerin temel hayati ihtiyaçlarının en uygun yöntemlerle karşılanmasını gerektirmektedir. Kriz yönetimi, risk yönetimine göre daha kısa bir dönemi kapsamakta olup reaktif yaklaşımlar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Kriz yönetimi kapsamında gerçekleştirilen tüm müdahale çalışmalarının yanında afet bölgesinin normale dönebilmesi için iyileştirme çalışmaları da hızlı bir şekilde başlatılmalıdır (JDP 3-52 2008; Kadioğlu 2008; İlhan 2013). Buradan yola çıkarak; risk yönetimi sürecinde gerekli çalışmalar ihmal edildiği takdirde kriz yönetimi sürecinde yürütülecek çalışmaların da hızlı ve etkili olmasının önüne geçileceği ifade edilebilmektedir (Özesen-Çolak 2017).

Tablo 2.2.1. Afet öncesi ve sonrasındaki aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar (Özesen-Çolak 2017).

AFET ÖNCESİ				AFET SONRASI	
Risk Tespiti	Risk Azaltma	Risk Transferi	Hazırlık	Müdahale	İyileştirme

Büyüklik, sıklık ve dağılımına göre tehlike analizinin yapılması	Risklerin önlenmesi konusunda bilincin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması ve eğitimler düzenlenmesi	Ulusal ve yerel düzeyde afet fonlarının oluşturulması ve kaynakların geliştirilmesi	Afet ve acil yardım planlamasının yapılması	Hasar ve ihtiyaçların belirlenmesi ile acil yardım gerçekleştirilmesi	Hasarlı altyapıya yönelik iyileştirme ve yeniden inşaat çalışmalarının yapılması
Senaryoların geliştirilmesi, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve haritalama yöntemleri ile tehlike izleme ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi	Yapısal ve yapısal olmayan zararları azaltmaya yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	Kamuya ait altyapıların ve özel mülkiyetin sigortalama işlemlerinin yapılması	Erken uyarı sistemleri, 112 ve yerel yönetim-iletişim sistemlerinin entegrasyonunun gerçekleştirilmesi	Enkaz kaldırma, gönüllü ve bağış yönetiminin gerçekleştirilmesi	Tarım, üretim, hizmet, ihracat ve turizm gibi etkilenen sektörlerin yeniden canlandırılmasının sağlanması
Tehlikelere maruz kalabilecek can, mal ve değerler ile baş etme kapasitesi ele alınarak hasar görülebilirlik değerlendirilmesinin yapılması	Arazi kullanımının planlanması ve yapı mevzuatının düzenlenmesi	Afet bonoları ve hedging fonlarının düzenlenmesi	Yerel ve ulusal acil müdahale ekiplerinin kapasitelerini geliştirilmesi	Altyapının geçici onarımı ve restorasyonu yapılarak aktif hale getirilmesi	Ekonomi ve bütçe yönetiminin gerçekleştirilmesi

Tablo 2.2.1. (Devamı) Afet öncesi ve sonrasındaki aşamalarda gerçekleştirilen çalışmalar (Özesen-Çolak 2017).

AFET ÖNCESİ				AFET SONRASI	
Risk Tespiti	Risk Azaltma	Risk Transferi	Hazırlık	Müdahale	İyileştirme
Tehlike ve hasar görülebilirliğin ele alınması ile risk değerlendirme sinin gerçekleştirilmesi	Zararların azaltılabilmesi için alınan önlemlere yönelik ekonomik teşvik uygulamalarının gerçekleştirilmesi	Enerji, su ve iletişim gibi kamu hizmetlerinin güvenlik düzenlemeleriyle özelleştirilmesi	Tahliye planları ve barınma imkanlarının tatbikat ve izleme yöntemleri ile güncel tutulması	İyileştirme kaynaklarının kullanılması	Yeniden inşaat faaliyetleri ve zarar azaltma çalışmalarının ilişkilendirilmesi

2.3. KBRN-P

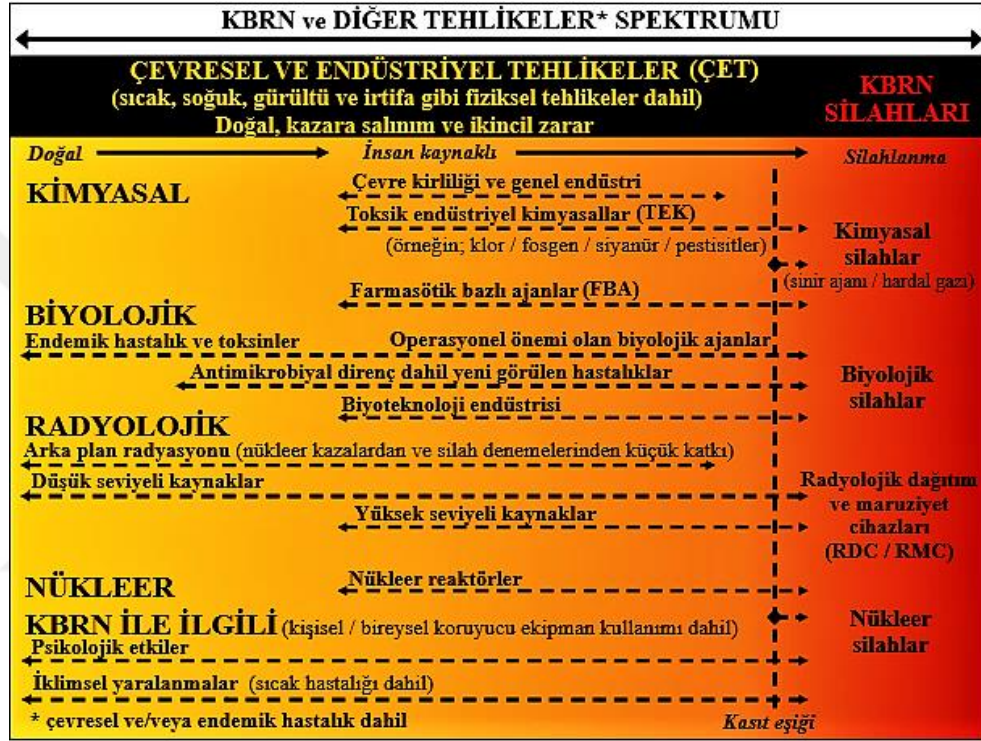
KBRN-P kısaltması; Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve Patlayıcı kelime grubuna atıfta bulunmaktadır. KBRN-P kısaltması, İngilizce karşılığı olan CBRNE (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosive) ile dünya çapında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Patlayıcı terimini temsil eden P harfi, KBRN kısaltmasına sonradan dahil edilmiştir ve patlayıcı sistemler kullanılarak KBRN maddelerinin dağıtılması hususunu ifade etmektedir. KBRN-P tehdit ve tehlikeleri; kimyasal maddeler (K), biyolojik patojenler (B), radyoaktif maddeler (R), nükleer tesisler ve silahlar (N) ve patlayıcıların (P) kasten veya kazaen yayılmasıyla oluşan insan ve çevre için zararlı ve tehlikeli durumları ifade etmektedir. KBRN-P maddeleri ve etki mekanizmaları birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Maddeye ve serbest bırakma yöntemine bağlı olarak, etkileri hafif veya ciddi düzeyde olabilmektedir. KBRN-P maddeleri kapsamlı etkileri nedeniyle savaş ve terör olaylarında silah olarak kullanılmaktadır ve Kitle İmha Silahları (KİS) olarak da adlandırılmaktadırlar. Geniş anlamda KBRN-P olayları, sadece fiili silah

kullanımı için üretilen KBRN-P maddelerini değil; aynı zamanda Tehlikeli Maddeler (İng. Hazardous Materials / HazMat) ve diğer maddelerin neden olduğu tehlikeli olayları ve Şiddetli Akut Solunum Yetmezliği Sendromu (İng. Severe Acute Respiratory Syndrome / SARS), Orta Doğu Solunum Yetmezliği Sendromu (İng. Middle East Respiratory Syndrome / MERS) ve Covid-19 gibi bulaşıcı hastalık salgınlarını da içermektedir (Finland National CBRNE Strategy 2017; AFAD 2021).

KBRN-P olaylarında bilinmeyen riskler söz konusu iken, HazMat olayları ise kolaylıkla tespit edilebilen tehlikelerden oluşmaktadır. Bu önemli fark, temelde ortak noktalara sahip olan KBRN-P ve HazMat olaylarını birbirinden ayırmaktadır. Herhangi bir önlem alınmadan kazara serbest bırakıldığında çevre ve insanlar için tehlikeli olabilecek yanıcı sıvı ve katılar, basınçlı gazlar, aşındırıcı sıvılar, oksitleyici maddeler, radyoaktif maddeler, zehirli maddeler ve diğerleri HazMat olarak tanımlanmaktadır. KBRN-P maddeleri ise doğal afetler sonucunda meydana gelebilen büyük endüstriyel tesis kazaları, tarımsal faaliyetler, savaş ve terör saldırıları, ulaşım ve taşımacılık kazaları (kara, hava veya deniz yoluyla kimyasal madde, radyoaktif madde taşımacılığı vb.), büyük yangınlar, nükleer/radyoaktif madde tesis kazaları veya çevre kirliliği sonucunda ortaya çıkabilmektedir ve canlı organizmalara ulaşarak akut veya kronik zehirlenmelere neden olabilmektedir (Dökmeci 2018). KBRN-P maddelerinin yayılımı, bir kaza sonucunda kasıtsız bir şekilde olabileceği gibi, bir terör saldırısı durumunda kötü niyetli ve kasıtlı da olabilmektedir (Şekil 2.3.1). Bu maddeler, insanlar üzerinde doğrudan etki oluşturarak halk sağlığına zarar verme potansiyeline sahiptir ve aynı zamanda tıbbi kaynaklar üzerinde baskı oluşturmalarına ek olarak, kasıtlı kullanımı toplumda kargaşa ortamının oluşmasına ve ciddi toplumsal kaygıya neden olabilmektedir (Bromet ve Havenaar 2007; Smithson 2000; Tegnell ve diğ. 2001).

Geçmişte yaşanmış kasıtlı KBRN-P olaylarına örnek olarak; 1995 yılında Tokyo metrosunda sarin salınımı (Okumura ve diğ. 2005; Smithson 2000), 2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde posta yoluyla şarbon sporlarının dağıtımı (Greene ve diğ. 2002; Rasko ve diğ. 2011) ve 1995 yılında Moskova'da bir parkta halkın zayıf bir radyoaktif kaynağına kasıtlı olarak maruz bırakılması (Colella ve diğ. 2005) verilebilmektedir. Tüm bu kasıtlı KBRN-P olaylarının yanı sıra tarihte aynı anda pek çok kişiyi etkileyen KBRN-P ajanlarının kasıtsız yayılımına dair birçok örnek de

mevcuttur. Bunlar; 2005 yılında Kyoto şehrinde bir restoranda *Salmonella enteritidis* ile kontamine gıda nedeniyle salgın oluşması (Kaida ve diğ. 2007), yolcu gemilerinde meydana gelen salgınlar (Besh ve Wencke 2007; Carling ve diğ. 2009), Güney Carolina’da ve Bhopal’de meydana gelen endüstriyel kimyasalların büyük ölçekli salınımı veya sızıntısıdır (Ginsberg ve diğ. 2012; Koplan, Falk ve Green 1990).



Şekil 2.3.1. KBRN ve diğer tehlikeler spektrumu (NATO 2018).

Günümüzde pek çok kimyasala kolaylıkla erişim sağlanabilmektedir ve insan sağlığı üzerinde kimyasalın türüne bağlı olarak ciddi etkiler meydana gelebilmektedir. İnsanlarda ve hayvanlarda hastalıklara neden olan birçok bakteri ve virüs gibi mikroorganizmalar biyolojik ajanlar dahilindedir. Radyolojik maddeler ise esas olarak endüstriyel ve araştırma amaçlı ve tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır ve bölünebilir nükleer maddelerin haricindeki tüm radyoaktif maddeler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür maddelere maruz kalmak, kısa ve uzun vadeli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Uranyum ve plütonyum gibi nükleer maddelerin, nükleer enerji santralleri ve nükleer silah üretimiyle bağlantı tesislerle sınırlı olduğu ve aynı zamanda

nükleer güvenlik önlemleri gibi uluslararası kontrol mekanizmaları ile güvenli bir şekilde muhafaza edildiği belirtilmektedir (Sandstörn ve diğ. 2014; Mayer, Wallenius ve Ray 2005). Patlayıcılar, korunmasız toplumlarda az miktarda dahi büyük bir tahribata yol açabilmektedir. Böyle durumlarda yaralanmalar ve ölümler öncelikle patlayıcının yaydığı parçalardan kaynaklanmaktadır. Basınç etkisinden kaynaklanan hasar, çok büyük miktarlardaki patlayıcılar ile gerçekleşmektedir. Patlayıcılar, tehlikeli maddeleri veya biyolojik ajanları yaymak için de kullanılabilir (Finland National CBRNE Strategy 2017).

Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer ve Patlayıcı ajanlar; sindirim (Carus 2002), inhalasyon (Okumura ve diğ. 2005) ve cilt (Dökmeci 2018) yoluyla organizmaya girebilmektedir. KBRN-P ajanlarının etkileri; ajan türüne, olayın yaşandığı arazi ve hava durumuna ve zaman koşullarına, hava, su toprak gibi çevre kompartımanları ile birlikte canlılar ile maruziyetine bağlı olarak değişim göstermektedir. KBRN-P olaylarında yayılım gösteren maddelerin; zehirlenmelere, yaralanmalara, enfeksiyona ve sakatlanmalara neden olmasının yanı sıra kitlesel ölümlere de sebebiyet verebilmektedir. Aynı zamanda KBRN-P olaylarına maruz kalan kişilerde psikolojik savunmasızlık ve nöropsikolojik bozukluklar da gözlemlenebilmektedir (Dökmeci 2018).

KBRN-P olaylarının yönetilmesinde ve bu maddelerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin değerlendirilmesindeki genel yaklaşıma dair altı temel terim vurgulanmaktadır. Genellikle kimyasal maddeleri tanımlamak için “toksikite” terimi kullanılırken, toksik maddelerin zararlı etkilere ve ölüme neden olabilme ölçüsü için “zehirlilik” terimi kullanılmaktadır. Biyolojik ajanlara ilişkin hastalık insidansı anlamına gelen “morbidity” ve ölüm oranı anlamına gelen “mortality” terimleri sıklıkla kullanılmaktadır. Radyasyona maruz kalma seviyelerine göre radyolojik ve nükleer ajanların etkileri, “deterministik etkiler” ve “sitokastik etkiler” şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Katarakt, kısırlık, cilt hasarı gibi yüksek dozlarda ortaya çıkan etkiler deterministik; düşük dozlarda ortaya çıkan kanser ve genetik düzeydeki etkiler ise sitokastik etkiler olarak tanımlanmaktadır (Dökmeci 2018).

Gelecekte yaşanması olası KBRN-P olaylarına yönelik erken uyarı sistemlerinin kurulması, uzaktan algılama ve tespit cihazları, Kişisel Koruyucu

Donanım (KKD) ve sığınaklar ile ilgili gerekli hazırlıkların yapılmış olması gerekmektedir. KBRN-P olayları meydana gelmeden önce; gerçekleştirilen risk değerlendirme ve analiz çalışmaları, bu konuda gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar ve çeşitli modellemelerle oluşturulan simülasyon çalışmaları büyük bir önem taşımaktadır. Risk yönetimi kapsamında gerçekleştirilen tüm bu çalışmalara ek olarak; KBRN-P olaylarında tanı ve tedavi hizmetlerinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için hastanelerde KBRN-P birimlerinin oluşturulması, kimyasal tehlikelere yönelik yeterli antidot ve aşı stoklarının ve uygun ekipmanların bulundurulması gerekmektedir. KBRN-P olaylarının yönetiminde ve gerçekleştirilecek müdahalede başta en büyük role sahip Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) ve Sağlık Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Çevre Şehircilik ve İklim Değişiklik Bakanlığı gibi operasyon servisinde yer alan kamu kurum ve kuruluşlardaki yetkili kişilerin gerekli eğitimleri almış bir şekilde hazırlıklı olmalıdır. Eğitimlerle birlikte masa ve saha tatbikatları gerçekleştirilerek, gelecekte yaşanması olası KBRN-P olaylarının yönetimi ve gerçekleştirilecek müdahale konusunda hazırlık düzeyi artırılmalıdır. Risk yönetimi çerçevesinde gerçekleştirilecek olan tüm bu çalışmaların, en kötü ve muhtemel KBRN-P senaryolarına göre gerçekleştirilmesi büyük bir önem arz etmektedir (Dökmeci 2018).

2.3.1. Kimyasal Maddeler

Tabii olarak meydana gelen veya yapay olarak sentezlenen, insanlarda veya hayvanlarda ölüm, geçici veya kalıcı hasar oluşturma gibi olumsuz toksikolojik etkilere neden olan zehirli buharlar, aerosoller, gazlar, sıvılar veya katılar zehirli kimyasal maddeler olarak tanımlanmaktadır. Canlı organizmalar için tehdit niteliğindeki bu maddelerin birçoğu tarımsal, tıbbi ve endüstriyel amaçla üretilmekte olup kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. İnsanlığın yararı amacıyla üretilip kullanılan kimyasal maddelerin kasıtlı olarak savaş ve terör olaylarında kullanılması, KBRN-P maddelerinin K'sini oluşturmaktadır (OPCW 2020; Dökmeci 2018).

Bir kimyasal maddenin yayılım göstermesi; hasar görmüş bir tanktan sızıntı veya dökülme ya da endüstriyel bir tesiste patlama sonucu toprak, hava, su ve gıda kontaminasyonu gibi sonuçlara sebebiyet veren kasıtsız yahut kasıtlı nedenlerle

gerçekleşebilmektedir. Tarihte zehirli kimyasallar ile ilgili en bilinen kazalardan biri, 1984 yılında Hindistan'ın Bhopal şehrindeki pestisit fabrikasında meydana gelmiştir. Kimyasal tarım ürünlerinin üretiminde bir ara kimyasal olarak kullanılan metil izosiyanat (MIC) sızıntısı sonucunda 3 000'den fazla kişi yaşamını yitirmiştir. Benzer şekilde Seveso'da (Kuzey İtalya) 1976 yılında küçük bir kimyasal üretim tesisinde kontrol altına alınamayan bir reaksiyon sonucunda meydana gelen patlama ile en toksik dioksinlerden biri olan 2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksin (TCDD) bulutu yayılım göstermiştir. Kazadan sonra 3 300 hayvan ölü bulunmuştur ve yaklaşık 450 kişide cilt lezyonları ve hafif düzeyde hastalıklar gözlemlenmiştir (Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021).

Günlük yaşantıda ekosisteme ve insan sağlığına doğrudan ya da dolaylı olarak zarar veren endüstriyel ve tarımsal toksik maddelere sıklıkla maruz kalınmaktadır. Yabani otlar, haşereler, mantarlar ve kemiriciler gibi tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyen zararlılara yönelik kullanılan maddelere genel olarak pestisit adı verilmektedir. Bu tür kimyasallar ile ülkemizde özellikle kırsal bölgelerinde sıklıkla akut zehirlenmeler yaşanmaktadır. Akut zehirlenmelerin yanı sıra, pestisitlerin içerisinde yer alan haşere öldürücüler yani insektisitlerin metabolizma ve böbreklerden eliminasyonunun yavaş olması sebebiyle kronik zehirlenmeler de meydana gelebilmektedir. Ekolojik dengenin bozulmasında tarımsal toksik maddelerin rolü yadsınamaz düzeydedir. Pestisitlerin yüzey ve yeraltı sularına, toprak ve havaya karışması; burada yaşayan canlıların ve doğanın verimliliğinin yok olmasına sebebiyet vermektedir. İnsan sağlığı da doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz yönde etkilenmektedir. Tarihte tarımsal ve endüstriyel kimyasal maddeler ile ilgili yaşanmış kazaların bir afet niteliğinde meydana geldiği gözlemlenmektedir. Tarımsal toksik maddeler gibi endüstriyel toksik maddeler de; başta tekstil, seramik, madencilik, cam gibi farklı endüstri kollarında çalışan insanlar ile diğer canlı organizmalarda akut ve kronik olarak çeşitli toksik etkilerin oluşmasına sebebiyet vermektedir (Tablo 2.3.1.1). Endüstriyel alanda kullanılan kimyasal maddeler; mutajenite, karsinojenite, akut toksisite gibi sağlık üzerindeki etkilerine, hava, su, toprak kirleticileri gibi çevre üzerindeki etkilerine ve gaz, duman, toz gibi fiziksel özelliklerine bağlı olarak sınıflandırılabilir (Dökmeci 2018).

Tablo 2.3.1.1. Endüstriyel kimyasal maddelerin toksik etkileri (Dökmeci 2018).

Kimyasallar	Toksik Özellik	Süre	Etkiler
Klor	Boğucu (asfeksiyan)	30 dakika içinde	Özellikle akciğerler ve gözler için güçlü tahriş edici bir kimyasaldır. Düşük konsantrasyonlarda kısa süreli maruziyet, rinofaringeal ve konjunktival mukozada irritasyona neden olmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarda pulmoner ödem ve solunum yetmezliği sonucunda ölüm meydana gelebilmektedir.
Karbon monoksit, Kadmiyum, Cıva, Hidrojen siyanür, Karbon tetraklorür	İntoksikasyon	Dakikalardan yıllara	Özellikle beyin, karaciğer ve böbreklerde hücre yıkımına neden olarak organın işlevini yitirmesine ve ölüme sebebiyet vermektedir.
Epoksid reçineler, Toluen diizosiyanat (TDI)	Alerjen	Günlerce veya yıllarca	Ciltte alerjik reaksiyona, akciğerlerde kalıcı hasara neden olmaktadır.

Tablo 2.3.1.1. (Devamı) Endüstriyel kimyasal maddelerin toksik etkileri (Dökmeci 2018).

Kimyasallar	Toksik Özellik	Süre	Etkiler
Karbondiyoksit, Asetilen	Boğucu (asfeksiyan)	Birkaç dakika	Havada bulunan oksijenin yerine toksik gazın geçmesi sonucunda akciğerleri etkilemektedir.
Benzidin, Amyant, 2- naftilamin	Kanserojen	10-40 yıl	Doku veya organlarda kanser oluşmasına sebebiyet vermektedir.
Amonyak, Kostik soda, Azot oksitler, Sülfürik asit	İrritan / Korozyif	Dakikalar ile günler	Özellikle akciğerlerde, gözlerde ve ciltte yanık, direkt maruz kalan bölgelerde kabarcık oluşumuna, lezyonlara ve enflamasyona neden olmaktadır.

Yüksek toksisite potansiyeline sahip çeşitli yapılarıdaki kimyasal maddelerin; insanları etkisiz hale getirmek, yaralamak, öldürmek, kaosa ve paniğe neden olmak, hayvansal ve bitkisel besin kaynakları ve stoklarının kontamine olmasına neden olmak ve yok etmek, ekonomik açıdan önemli olan hedeflerin işlevini yitirmesini sağlamak amacıyla kullanılması halinde bu maddeler kimyasal savaş ajanı olarak nitelendirilmektedir. İnsanlar ve farklı hedefler üzerinde belirtilen etkileri oluşturmak için kimyasalların toksik özelliklerinden faydalanılmasını içeren terörizm biçimine ise kimyasal terörizm adı verilmektedir. Spesifik hedefler üzerine kimyasal ajanların dağıtılması için kullanılan, bir taşıyıcı/dağıtıcı sistem içeren ve bir veya daha fazla kimyasal ajanı dağıtabilme özelliğine sahip silahlar kimyasal silah olarak tanımlanmaktadır. Toksik ve öldürücü özelliklere sahip bu silahların kullanıldığı

savaşlar ise kimyasal savaş olarak nitelendirilmektedir (AFAD 2021). 1993 yılında Paris'te imzalanan Kimyasal Silahlar Konvansiyonu (KSK) (İng. Chemical Weapons Convention / CWC) ile kimyasal silahların üretilmesinin, geliştirilmesinin, stoklanmasının ve kullanılmasının kesin bir dille yasaklanması amaçlanmıştır. Anlaşma 29 Nisan 1997 yılında yürürlüğe girmiş olup, anlaşma maddelerinin taraf ülkelerce uygulanıp uygulanmadığı Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (KSYÖ) (İng. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons / OPCW) tarafından kontrol edilmektedir. Kimyasal silahların üretimi ve kullanımına yönelik gerçekleştirilen girişimlere rağmen kimyasal silahlar günümüzde savaş ve terör faaliyetlerinde kullanılmaya devam edilmektedir ve gelecekte de bu silahların kullanımının artacağı öngörülmektedir (Dökmeci 2018; Kenar ve Sezigen 2017).

Kimyasal maddelerin, kimyasal savaş ajanı olarak kullanılabileceği 18. yüzyılda keşfedilmiştir. Fiili olarak kullanımı ise 20. yüzyılda gerçekleşmiş olup Birinci Dünya Savaşı'nda Almanlar Fransızlara karşı ilk kez klor ve fosgen gazlarını kullanmıştır. Akabinde, Almanlar 1917 yılında kükürtlü hardal gazını da kullanmıştır ve savaşlarda kimyasal silah kullanımı giderek artmıştır. Aynı zamanda, çok sayıda kimyasal savaş gazı geliştirme çalışmalarına da devam edilmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra İngiltere, organik fosforlu bir bileşik olan Vx'i keşfetmiştir. Günümüz tarihine en yakın, savaş esnasında kitlesel anlamda kimyasal silah kullanımlarından biri, 1988 yılında İran ve Irak arasındaki savaşta gerçekleşmiştir. Irak'ın Kürt şehri Halepçe'de çoğu sivil olan 4 000'den fazla kişi, sinir ve vezikan gazlar ile dolu bomba ve mermilerle öldürülmüştür (Dökmeci 2018; Dworkin ve diğ. 2008). Diğer bir kullanım ise, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından 29 ve 30 Ağustos 2013 tarihlerinde yayınlanmış olan kamu istihbarat değerlendirmelerinde belirtilen, Suriye'de yaşanan sivil savaşta Suriye hükümetinin 21 Ağustos 2013 tarihinde Şam dışındaki muhalif güçlere yönelik sinir ajanı kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Shea 2013). Toksik kimyasal maddelerin savaş haricinde kasıtlı kullanımı kargaşa ve panik oluşturmak, zarar vermek ve sabote etmek amacıyla; alışveriş merkezi, metro istasyonu gibi kalabalık alanlarda havalandırma ya da klima sistemleri kullanılarak, tehlikeli maddelerin üretimi ve depolanması adına tahsis edilmiş tesislerde veya gıda ve su kaynaklarını kontamine etme vasıtasıyla gerçekleştirilebilmektedir (Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021). Kimyasal terörizmin

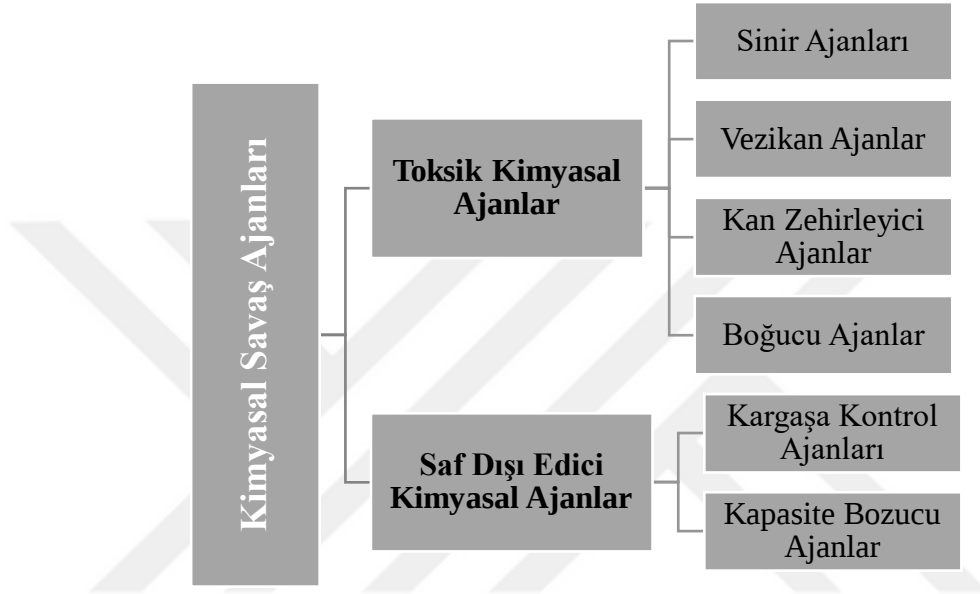
en kötü şöhretli saldırıları, 1994 ve 1995 yıllarında Japonya’da kıyamet tarikatı Aum Shinrikyo tarafından gerçekleştirilen sarin saldırılarıdır. 1994 yılındaki ilk sarin saldırısı, tarikata karşı açılan dava ile ilişkili üç hakimi öldürmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Püskürtücü tutturulmuş vagon, hakimlerin yaşadıkları bölgeye park edilmiştir ve sarine maruz kalan yedi kişi hayatını kaybederek yüzlerce kişi zehirlenmiştir. 1995 yılındaki en iyi bilinen kimyasal terör saldırısı, tarikatın eylemlerine karşı polis soruşturmalarının yürütüldüğü Tokyo Başkenti Polis Genel Merkezi’ne en yakın metro istasyonunda altı litre kadar saf olmayan sarin kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu saldırı sonucunda on iki kişi yaşamını yitirmiştir ve binlerce kişi zehirlenerek tıbbi tedavi merkezlerinin kapasitesi zorlanmıştır (Endregard ve diğ. 2011).

Kimyasal savaş ajanlarının kullanımı durumunda bu zehirli maddeler; bombalar, top mermileri, füzeler, mayınlar vasıtasıyla dağıtılabilmektedir. Dağıtıcılar; uçaklardan, botlardan, insansız hava araçlarından veya diğer araçlardan salınabilmektedir ve kimyasal ajanın yayılım göstermesini sağlayan bu dağıtıcıların çevrede görülmesi veya bulunması kimyasal saldırı olduğuna dair göstergelerden biridir. Acı badem, çimen, hardal vb. fark edilebilir kokuların olması, rahatsız edici duman veya sis, ortamda bulunan hayvan ve bitkilerde toplu ölümler ile insanlarda halsizlik, göz ve burun akıntısı, solunum güçlüğü, bayılma gibi hafif ve ciddi alerjik belirtilerin gözlemlenmesi kimyasal maddeler ile bir saldırının gerçekleştiğini ya da kaza olasılığını işaret etmektedir (Dworkin ve diğ. 2008; Dökmeci 2018).

Kimyasal savaş ajanlarını farklı şekillerde sınıflandırmak mümkün olup oluşturdukları biyolojik etkilere göre altı sınıfa ayrılmaktadırlar. Bu sınıflandırma; sinir ajanları, boğucu ajanlar, vezikan ajanlar, kan zehirleyici ajanlar, kargaşa kontrol ajanları ve kapasite bozucu ajanlardan oluşmaktadır (Şekil 2.3.1.1) (Dökmeci 2018).

Sinir ajanları yani nörotoksik ajanlar olarak sınıflandırılan kimyasal maddeler, sinir sisteminin normal işleyişini bozmaktadır. Sinir ajanları doğal olarak oluşum göstermeyip, çoğu organofosfat türevi bileşiklerdir. Bu ajanlar esas olarak sıvı formdadırlar. Kalıcı olmayan sinir ajanları grubu, G grubu olarak nitelendirilmektedir. Bu grupta; sarin (GB), soman (GD), siklosarin (GF) ve en az öldürücülüğe sahip ilk keşfedilen sinir ajanı tabun (GA) yer almaktadır. V grubu sinir ajanları, kalıcı

ajanlardır. Bu grupta yer alan Vx, G grubu sinir ajanları ile karşılaştırıldığında daha öldürücüdür. Son derece tehlikeli olan sinir ajanları, vücuda solunum ve cilt yoluyla girebilmektedir. Etkileri; halsizlik, mide bulantısı, kasılmalar ve spazmlar olarak gözlemlenmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda kas kontrol kaybı ve ölüm meydana gelebilmektedir. Nörotoksik ajanlarda öncelikli antidot atropindir (Dökmeci 2018; Erkekoğlu ve Koçer-Gümüşel 2018; Shea 2013).



Şekil 2.3.1.1. Kimyasal savaş ajanlarının biyolojik etkilerine göre sınıflandırması (Dökmeci 2018).

Yakıcı ve kabarcık oluşturan yani vezikan ajanlar, cilt üzerinde ağırlı kabarcıklar oluşturmaları ile bilinmektedir. Bu gruptaki kimyasal savaş ajanlarının letalitesi düşüktür. Birinci Dünya Savaşı'nda vezikan ajarlardan hardal gazı kullanılmıştır ve bir milyondan fazla kişinin yaralanmasına sebebiyet verilmiştir. Ancak, yaralanan kişilerin %5 oranından daha azı hayatını kaybetmiştir. Diğer vezikan ajanlar; kükürtlü hardal gazı (iperit), lewisit (L) ve azotlu hardal gazıdır. İnhalasyon, cilt ve gözler aracılığıyla organizmaya girebilmektedirler. Bazı vezikan ajanlar, normal kıyafet malzemesini geçerek ciltte yanıklara neden olabilmektedir. Vezikan ajanların cilt ile teması halinde etkileri hızlı bir şekilde gözlemlenirken semptomları ise gecikmeli olarak ortaya çıkmaktadır. Yüksek konsantrasyonlardaki vezikan ajanlara maruz kalındığında halsizlik, kusma ve ateş gibi sistemik semptomlar

gelişebilmektedir. Hardal etmenine maruziyet söz konusu olduğunda yaralanma bir ila iki dakika içerisinde gerçekleşirken semptomlar ise birkaç saat sonrasında gözlemlenecektir. Hardal etmeninin sıvı formuna yüksek miktarlarda maruz kalınması ölümcül olabilmektedir. Vezikan ajanlara karşı en hassas organ, gözlerdir. Gaz halindeki vezikan ajanların solunması, akciğerlerde hafif bronşitten vezikül oluşmasına kadar değişen semptomlara neden olabilmektedir. Vezikan ajanlar grubunda yer alan lewisit (L) ile maruziyette lokal olarak uygulanabilen spesifik antidot, dimerkaprol (British Anti-Lewisite / BAL) maddesidir (Shea 2013; Dökmeci 2018).

Kan zehirleyici yani hematoksik ajanlar, hücresel düzeyde oksijen kullanımına etki etmektedir. Hidrojen siyanür (AC), siyanür tuzları ve arsin bu grupta yer almaktadır. Hidrojen siyanür (AC) çok uçucu bir ajandır ve acı badem kokusuna sahiptir. Siyanür tuzları ise kokusuz ve katı formdadır. Siyanürlü gazlar ortamda hızla yayılarak anoksi oluşturabilmektedir. Kan zehirleyici ajanlar, vücuda inhalasyon ve sindirim yoluyla girebilmektedir. Bu gruptaki ajanlar, hücresel düzeyde oksijen kullanımının bozulmasına neden olduğundan merkezi sinir sistemini önemli düzeylerde etkileyebilmektedir. Kan zehirleyici ajanlar ile maruziyete ilişkin belirtiler, ajanın konsantrasyonuna ve maruziyet süresine göre değişiklik gösterebilmektedir. Siyanür zehirlenmelerinde iki farklı antidot tedavisi uygulanmaktadır. İlk tercih edilen antidot tedavisi kit halinde bulunmakta olup, amil nitrit, sodyum nitrit ve sodyum tiyosülfattan oluşmaktadır. İkinci ise siyanokobalamin oluşumunu sağlayan hidroksikobalamin maddesidir (Shea 2013; Dökmeci 2018).

Boğucu ajanlar, akciğerlere etki ederek nefes almada zorluğa sebebiyet vermektedir ve kalıcı akciğer hasarına neden olabilmektedir. Klor (CI), amonyak, fosgen (CG), difosgen ve azot oksitler bu grupta yer alan gaz formdaki ajanlardır. Boğucu ajanlar belirgin bir kokuya sahiptir ve çevredeki havayı renklendirebilmektedir. Buna örnek olarak; fosgenin yeni biçilmiş çimen kokusunda olması ve klorun sarı ve yeşil renkte olması verilebilmektedir. Endüstriyel kazalar sonucunda da boğucu ajanlar yayılım gösterebilmektedir. Bu gruptaki ajanlar spesifik bir antidota sahip değildir (Dökmeci 2018; Shea 2013).

Kargaşa kontrol ajanları grubunda; göz yaşartıcı ajanlar olan CN (kloroasetofenon), CS (o-kloro benzalmalononitril), CR (dibenz (b, f)-1, 4-oxazepine), OC (oleoresinapsicum / biber gazı) ve kusturucu ajanlar olan Adamsit (DM), Difenilkloroarsin (DA) ve Difenilsiyanoarsin (DC) bulunmaktadır. Sarı veya beyaz renkli olan bu gazlar, genellikle güvenlik güçleri tarafından ayaklanma ve kargaşayı bastırmak amacıyla kullanılmaktadır. Kargaşa kontrol ajanlarının etkileri; alerjik reaksiyona benzer şekilde hapşırma, gözlerde ve üst solunum yollarında irritasyon, mide bulantısı ve kusma şeklinde gözlemlenmektedir. Açık alanlarda geçici nitelikte etkilere sahiplerken kapalı alanlarda öldürücü olabilmektedirler (Dökmeci 2018; Ünüvar ve Bayram 2014; Erkekoğlu ve Koçer-Gümüşel 2018).

Kapasite bozucu ajanlar grubunda ciddi mental hastalıklara ve psikoza benzer etkiler oluşmasına neden olan liserjik asit dietilamid (LSD), 3-kuinüklidinil benzilat (BZ) ve fentanil yer almaktadır. Genellikle askeri eylemlerde kullanılan bu ajanlar, merkezi sinir sistemini etkileyerek davranış bozukluğu oluşturmaktadır. BZ etmenine yönelik spesifik antidot olarak fizostigmin önerilmektedir (Erkekoğlu ve Koçer-Gümüşel 2018; Dökmeci 2018).

Dördüncü nesil ajanlar olarak da bilinen Novichok ajanları, Soğuk Savaş sırasında Sovyetler Birliği tarafından geliştirilen bir sinir ajanları sınıfıdır. Bu sinir ajanlarının, 2018 yılında İngiltere Salisbury’de Sergey Skripal’e ve 2020 yılında Rusya Omsk’ta Alexei Navalny’ye yönelik suikast girişimlerinde kullanılmasından dolayı modern bir kimyasal tehdit olarak nitelendirilmektedirler. Kimyasal Silahlar Konvansiyonu ile diğer kimyasal savaş ajanları gibi sinir ajanlarının da üretimi, stoklanması ve kullanılması sınırlandırılmaktadır. Novichok ajanları, sinir ajanları grubunda yeni kimyasal savaş ajanları olması sebebiyle henüz geçmiş anlaşmalar kapsamında yer almamaktadır. Ancak KSK’nin kapsamı genişletilerek Novichok ajanlarının dahil edilmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmektedir (CWC Coalition 2021).

Herbisitler, yabani otlar ile mücadelenin yanı sıra askeri operasyonlarda kimyasal savaş ajanı olarak da kullanılabilir. Vietnam Savaşı’nda yüksek miktarlarda Portakal Gazı (Agent Orange)’nın salınması, herbisitlerin kimyasal savaş ajanı olarak kullanıldığına ilişkin bir örnektir. Portakal gazının yayılım göstermesi

sonucunda en toksik dioksinlerden biri olan TCDD'ye maruz kalınması söz konusudur. Bu durumda; hepatoksisite, nörotoksisite, immünotoksisite, klorakne ve karsinogenez gibi çeşitli etkiler ortaya çıkabilmektedir (Dökmeci 2018).

Toksinler, canlı organizmalar tarafından üretilen oldukça toksik kimyasallardır. Biyolojik kökenleri nedeniyle toksinler genellikle biyolojik tehdit bileşikleri sınıflandırmasına dahil edilmektedir. Ancak, toksinlerin olası yasadışı kullanımı hem KSK hem de Biyolojik ve Toksin Silahlar Konvansiyonu (Biological and Toxin Weapons Convention / BTWC)'nın yasakları kapsamına dahil edilmiştir. Bu sebeple, prensip olarak toksinler hem kimyasal hem de biyolojik tehdit bileşikleri dahilindedir (Endregard ve diğ. 2011; Endregard ve diğ. 2012). Risin ve saksitoksin biyolojik kaynaklı toksik kimyasallardır ve KSK'da bulunan birinci kimyasallar listesinde 7. ve 8. kimyasal olarak yer almaktadır (OPCW 2020). Risinin kaynağı keneotu tohumuyken saksitoksinin kaynağı ise balon balığı, deniztarağı midye ve istiridye gibi deniz kabuklularıdır. Bu biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar, insan vücuduna parenteral, oral ve solunum yoluyla girebilmektedir. Vücuda giriş yoluna göre risin ve saksitoksin farklı organlarda farklı etkiler oluşturabilmektedir. Geçmiş yıllarda risinin suikast ve intihar amacıyla kullanıldığına ilişkin belgelenmiş olgular mevcuttur. 1978 yılında Londra'da Bulgar sığınmacı Georgi Markov'a silah düzeneği içeren bir şemsiyeden fırlatılan risin doldurulmuş saçma tanesi ile suikast düzenlemiştir. Risin zehirlenmesi sonucunda Markov hayatını kaybetmiştir. Bu suikast olayı, risinin bir silah olarak kullanıldığına ilişkin belgelenmiş ilk vakadır (Kenar ve Sezigen 2017).

Kimyasal olaylar ile etkili mücadele; erken uyarı sistemleri ile kimyasal ajanların hızlı bir şekilde tespit edilmesini, kurumlar arası işbirliğinin ve koordinasyonun sağlandığı bir olay yeri yönetimini, sağlıklı işleyen bir iletişim ağını, uygun koruyucu donanımların tercih edilmesini, ajanın türüne ve yaralılara yönelik doğru müdahalelerde bulunulmasını kapsamaktadır. Bu olaylar ile etkili mücadelenin temelini; güncel tutulan planlar, sistemli bir şekilde gerçekleştirilen eğitim programları ve tatbikatlar oluşturmaktadır. Risk yönetimi kapsamında kimyasal olaylar ile ilgili yürütülen bu çalışmalarda senaryolar kilit bir role sahiptir (Dökmeci 2018).

2.3.2. Biyolojik Maddeler

İnsanlarda, hayvanlarda veya bitkilerde ciddi hastalıkların gelişmesi ve ölüme sebebiyet vermesi konusunda tehlike oluşturan biyolojik madde veya ajanlar ve biyolojik durumlar biyolojik tehlike olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik ajan; canlılarda hastalık oluşmasına ve ölüme neden olan ya da malzemeye zarar veren biyolojik tehlikeli patojenler ve oluşturdıkları toksinlerdir. Biyolojik maddeler; bakteri, virüs, mantar ve diğer patojen mikroorganizmalar ve toksinlerini kapsamaktadır. Bu mikroorganizmalar; bitki ve hayvanlar ile su ve toprak gibi doğal ortamlarda yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Hızlı bir şekilde çoğalabilen ve hayatta kalmak için çok az kaynağa ihtiyaç duyan bu patojen mikroorganizmaların ve toksinlerin kasıtlı bir şekilde kullanılmaları biyolojik savaş veya biyoterörizm olarak tanımlanmaktadır. Zarara sebep olmak amacıyla silah yapımında kullanılan biyolojik maddeler, biyolojik savaş ajanı olarak nitelendirilirken biyolojik savaş ajanlarını dağıtmak için kullanılan karmaşık sistemler ise biyolojik silah olarak tanımlanmaktadır (AFAD 2021; Dökmeci 2018).

Biyolojik maddeler; doğal rezervuarlardan ve mevsimsel salgınlar ile doğal olarak veya biyolaboratuvarlardan kazara ve biyoterörizm gibi kasıtlı bir şekilde yayılım gösterebilmektedir. Salgın ve pandemilerin oluşmasına sebebiyet veren biyolojik maddelerin askeri ve sivil hedeflere yönelik biyolojik savaş ajanı olarak kullanılmaları, tarih boyunca insanlık için büyük bir tehdit oluşturmuştur. Biyolojik maddelerin doğal olarak yayılım göstermeleri daha sık meydana gelmektedir, ancak ekonomik ve çevresel düzeyde zararlı etkilere sebep olmaları ve ülkelerin sağlık sistemlerine büyük ölçüde yük oluşturmaları gibi etkileri nedeniyle günümüzde terör faaliyetlerinde de sıklıkla kullanılmaktadır (Saker ve diğ. 2004; Wheelis 2004). 1984 yılında Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde bir dini mezhebin üyeleri, Oregon The Dalles'taki barlarda, restoranlarda ve dükkanlarda bulunan çiğ sebzeleri *Salmonella typhimurium* bakterisi ile kontamine ederek oy verecek nüfusu etkisiz hale getirmeyi ve yerel bir seçimin sonuçlarını kontrol altına almaya çalışmıştır. Bu saldırı sonucunda 751 kişide ciddi bağırsak enfeksiyonu gelişmiştir, ancak ölüm meydana gelmemiştir. ABD Dünya Ticaret Merkezi'ne yönelik 2001 yılında *Bacillus anthracis* (şarbon) sporları ihtiva eden mektupların gönderilmesi ile gerçekleştirilen biyolojik saldırı sonucunda ise beş kişi hayatını kaybetmiştir (Enserink 2001).

Tekrarlayan bulaşıcı hastalıklardan kaynaklanan salgınlar ve pandemiler de biyoterörizm olaylarına ait benzer koşullara ve geniş çaplı sivil paniğe neden olmaktadır. İspanyol Gribi olarak da adlandırılan H1N1 influenza pandemisi, 1918 ve 1920 yılları arasında yaşanmıştır ve I. Dünya Savaşı'ndan çok daha fazla ölüme neden olmuştur. Bu sebeple, insanlık tarihinin en ölümcül salgınlarından biri olarak nitelendirilmektedir. Yirmi birinci yüzyılın başlarında, 2002-2003 yıllarında SARS salgını 26 ülkeyi etkisi altına almıştır. Dünya çapında 8 000'den fazla SARS vakası tespit edilmiştir ve 774 kişi de hayatını kaybetmiştir (Geller, Varbanov ve Duval 2012). 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Hubei eyaletinde yeni coronavirüse ait ilk vakanın tespit edilmesi (Wu ve McGoogan 2020) ile başlayan ve tüm dünya kıtalarını hızla etkisi altına alan Covid-19 pandemisi nedeniyle milyonlarca kişi hayatını kaybetmiştir. Covid-19 pandemisi sadece can kayıplarının yaşanmasına neden olmakla sınırlı kalmamıştır. Pandemi nedeniyle ülkelerin sağlık sistemleri önemli düzeyde etkilenmiştir ve büyük ölçekli toplumsal, ekonomik, finansal sorunlarla karşı karşıya kalmıştır (Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021).

Varlıklarının duyular ile anlaşılması imkansız düzeyde olan biyolojik maddelerin, en ufak miktarlarının dahi öldürücü olması ile tespit edilmelerinin zor ve zaman alıcı olması biyolojik savaş ajanı olarak kullanılmalarını cazip hale getirmektedir. Biyolojik savaş ajanı olarak bakteriler, virüsler, riketsiyalar ve biyolojik toksinler kullanılmaktadır. Bakteriyel ajanların spor formları ısıya ve neme oldukça dayanıklıdır ve toksinleriyle veya dokuya penetrasyonları ile hastalık oluşturmada oldukça etkilidirler. Çoğalmak için konak hücreyi ve enzimlerini kullanan virüsler, intrasellüler parazit şeklinde yaşamlarını sürdürmektedir ve çiçek virüsü, Venezuela at ensefalit virüsü ve pek çok hemorajik ateş etkenlerini kapsamaktadır. Viral ajanların sebep olduğu hastalıklardan korunmanın en iyi yolu, aşılardır. Q ateşi, epidemik tifüs gibi hastalıklara sebep olan riketsiyalar, antibiyotik tedavisine oldukça duyarlıdır. Bakteri, mantar ve bitkilerin oluşturduğu toksik etkiler gibi oldukça etkili toksik güçlere sahip risin ve botulinum toksinleri de biyolojik savaş ajanı olarak kullanılmaktadır (Roffey, Tegnell ve Elgh 2002; Pavlin 1999; World Health Organization / WHO 2004).

Biyoterörizm amacıyla biyolojik savaş ajanı olarak kullanılabilecek biyolojik maddeler, Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Hastalık Kontrol ve Koruma

Merkezi (HKKM) (İng. The Centers for Disease Control and Prevention / CDC) tarafından A, B ve C olmak üzere üç ayrı kategoride sınıflandırılmıştır (Tablo 2.3.2.1) (Dökmeci ve Çavlan 2020). Bu sınıflandırma oluşturulurken; biyolojik maddelerin biyoterör faaliyetlerinde kullanılma potansiyeli, insandan insana bulaşma riski, toplum sağlığı üzerindeki etkisinin ciddiyeti ve korku, panik ve kargaşa oluşturma olasılığı, izolasyon için özel laboratuvar tekniklerini gerektirmesi ve oluşabilecek salgın ile mücadelede aşı ve tedavi için gerekli ilaçların depolanması ile ilgili özel hazırlık gerektirmesi hususları dikkate alınmıştır (Dökmeci 2018; Cenciarelli 2013; Şimşek 2012). En yüksek risk grubu olarak nitelendirilen Kategori A, insandan insana bulaşıcılığı ve çevreye yayılımı oldukça kolay olan ajanları içermektedir (Cenciarelli 2013; Rusmann ve Richardt 2008). İkincil derecede yüksek öneme sahip ve toplumda orta derecede risk oluşturabilecek biyolojik ajanlar, HKKM tarafından B kategorisinde sınıflandırılmıştır. Bu kategorideki ajanlar, A kategorisindeki ajanlara göre daha düşük morbidite ve mortalite oranlarına sahiptir (Katz 2004; Şimşek 2012). Kolay üretilme ve yayılma özelliklerine sahip ve kolay ulaşılabilir olmalarından dolayı gelecekte biyolojik silaha dönüştürülebilme olasılığı yüksek olan üçüncü derece yüksek öneme sahip ajanlar, C kategorisinde yer almaktadır (Cenciarelli 2013; Rusmann ve Richardt 2008; Şimşek 2012).

Tablo 2.3.2.1. Biyolojik ajanların sınıflandırılması (Serinken ve Kutlu 2009; Dökmeci 2018; Dökmeci ve Çavlan 2020).

Kategori	Biyolojik Ajan	Hastalık
A	Variola major	Çiçek
	Bacillus anthracis	Şarbon
	Yersinia pestis	Veba
	Clostridium botulinum (Botulinum toksinleri)	Botulismus
	Francisella tularensis	Tularemi
	Filovirüsler (Ebola virüs, Marburg virüs)	Viral hemorajik ateşler
	Arenavirüsler (Lassa, Machupo, Junin vb.)	
B	Coxiella burnetii	Q humması
	Brucella spp.	Bruselloz
	Burkholderia mallei	Ruam

Tablo 2.3.2.1. (Devamı) Biyolojik ajanların sınıflandırılması (Serinken ve Kutlu 2009; Dökmeci 2018; Dökmeci ve Çavlan 2020).

Kategori	Biyolojik Ajan	Hastalık
B	Burkholderia pseudomallei	Melioidosis
	Chlamydia psittaci	Psittakoz
	Rickettsia prowazekii	Tifüs
	Alpha virüsler (Venezuela ensefaliti, Doğu at ensefaliti, Batı at ensefaliti)	Viral ensefalit
	Toksinler (Stafilokoksal enterotoksin B, Ricinus communis'in Ricin toksini, Clostridium perfringens epsilon toksini)	Toksik sendromlar
	Gıda kaynaklı ajanlar (Salmonella spp., Shigella dysenteria, Escherichia coli O157:H7)	Gıda ve su kaynaklı gastroenterit
	Su kaynaklı ajanlar (Vibrio cholerae, Cryptosporidium parvum)	
C	Nipah virüsü (NiV)	Ensefalit
	Hantavirüsler	Hantapulmoner virüs sendromu
	Kene kaynaklı viral hemorajik ateşler	Kırım Kongo hemorajik ateş
	Falavi virüs	Sarıhumma
	Mycobacterium tuberculosis	Çoklu ilaç dirençli tüberküloz

Biyolojik ajanların kullanımı, hedefe bağlı olarak hava, su, vektörler ve besinler aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Kalabalık insan kitlelerine yönelik gerçekleştirilen biyoterör faaliyetlerinde ajanların, su veya gıdalar ya da vektörler aracılığıyla yayılımı sağlanabilmektedir. Biyolojik ajanların en etkili formu, aerosol form olmakla birlikte inhalasyon yolu ile yayılımı sonucunda yüksek morbidite ve mortalite gözlemlenmektedir. Aerosol form, hedef kitlelere yönelik uygulama kolaylığı nedeniyle en çok tercih edilen yoldur. Enfekte kişiler aracılığıyla çiçek virüsü gibi insandan insana bulaşan biyolojik ajanların yayılımı sağlanmaktadır. Belirli bir kuluçka süresine sahip olan biyolojik ajanın enfekte kişiler aracılığıyla yayılması

sonucunda oldukça geniş kitleler üzerinde hastalığın gelişmesi söz konusudur (Kılıç 2006; Bellamy ve Freedman 2002; Spencer ve Wilcox 1993; WHO 2004).

Bir salgın veya biyolojik saldırı sonrasında, sağlık sisteminin kontrolünde olan tanı ve müdahale evreleri için anahtar savunma mekanizması niteliğindeki etkili, hızlı, güvenilir bir sürveyans ve bildirim sisteminin uygulamaya konulması önem taşımaktadır. Salgınlara ve biyolojik saldırılara verilen yanıtta, acil durum planlarının varlığı ve farklı kurum ve kuruluşlar arasında eşgüdümlü, hızlı bir işbirliğinin yürütülmesi gecikme ve hataların ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır. Biyolojik maddelerin doğal, kazara veya kasıtlı bir şekilde yayılım göstermesine karşı alınabilecek en temel korunma önlemleri ise; toplumun bilinçlendirilmesi, gerçekleşebilecek salgın ve saldırılara yönelik özel ekiplerin kurulması ve bu ekiplerin muhtemel ve en kötü senaryolara karşı eğitilmiş bir şekilde hazır olması, tehdit altındaki bölgelerde yerel yönetimler ve sivil savunma ekipleri için özel maskeler ve giysilerin bulundurulmasıdır (Dökmeci 2018; Korteper ve Parker 1999; WHO 2004).

2.3.3. Radyolojik ve Nükleer Maddeler

Radyolojik; radyoloji veya iyonlaştırıcı radyasyona ilişkin kavram, sistem ya da mekanizmaları nitelendirirken kullanılan bir terimdir (AFAD 2021). Radyoaktif kaynak, radyoaktif atıklar ve nükleer maddeler de dahil olmak üzere çekirdeklerinin kendiliğinden bozunmaya uğraması ile alfa, beta parçacıkları veya gama ışınlarından bir veya birkaçını yayan izotop veya izotopları içeren madde, radyoaktif madde olarak tanımlanmaktadır. Farklı fiziksel özelliklere sahip atomlar, kararlı ya da kararsız olabilmektedir. Kararsız atomlar, fazla enerji içeren çekirdeklere sahiptir. Fazla enerjiye sahip olan bu çekirdeklerin kendiliğinden başka bir çekirdeğe dönüşmesi veya dönüşme gerçekleşmeden daha az enerjiye sahip bir duruma gelmesi radyoaktivite olarak tanımlanmaktadır. Alfa, beta veya gama radyasyonlarının yayınlanması veya bazı özel durumlarda da nötronlar ya da başka parçacıkların yayılması ile fazla enerji atılmaktadır. Radyoaktivite birimi, bir saniyedeki bozunmayı ifade eden ve sembolü Bq olan Becquerel (bekerel)'dir. İyonlaştırıcı radyasyon, atomun madde ile etkileşimi halinde yörüngesinden elektron kopararak atomu iyon durumuna getirme enerjisine sahip radyasyonu ifade etmektedir. Alfa, beta parçacıkları ya da gama ışınları formunda olan iyonlaştırıcı radyasyon, radyoaktif bozunmanın bir sonucudur.

Radyoaktif bozunma sonucu ortaya çıkan enerjinin yayılma biçimlerinden olan beta ve alfa parçacıkları, maddeyi oluşturan atomların elektronları ile doğrudan etkileşime girip enerjilerini aktarmaktadır veya atomları ve molekülleri uyarmaktadır. Helyum-4 çekirdeklerinin akısı olarak nitelendirilen alfa parçacıkları, ağır ve +2 yüklü olmalarından dolayı madde ile şiddetli bir şekilde etkileşime girip madde içerisinde ilerledikleri mesafe boyunca çok sayıda iyon oluşturmaktadır. Bu sebeple fazla nüfuz edici değillerdir. Elektron akısı olarak nitelendirilen beta parçacıkları da, alfa parçacıklarına benzer bir şekilde başlangıç enerjilerine bağlı olarak madde içerisinde ortalama bir ilerleme mesafesine sahiptir. Gama ve X ışınları, madde içerisinde ilerledikleri mesafe boyunca alfa ve beta parçacıkları gibi önlerine çıkan her atomu iyonlaştırmamaktadır. Bu sebeple, gama ve X ışınlarının sadece çok az bir kısmı atomlardaki elektronlarla etkileşime girmekte olup enerjilerini aktarırlar. Ancak bu tür radyasyonların önemli bir kısmı, enerji durumlarını değiştirmeden maddelerden geçmektedir. Madde içine nüfuz etme kabiliyeti en fazla olan radyasyon türü gama ışınlarıdır, ancak bu ışınların insan dokularıyla etkileşime girme kabiliyeti oldukça düşüktür. Nötronlar ise maddenin elektronları ile etkileşime girmemektedir ve doğrudan atom çekirdekleri ile etkileşime girip enerjilerini maddeye aktarmaktadırlar. Atom çekirdekleri, nötronlar ile etkileşime girerek radyoaktif özellik kazanmasının sonucunda bozunmaya uğraması ile iyonlaştırıcı radyasyon yayabilmektedir (Poyarkov 2018; Dökmeci 2018; AFAD 2021).

İyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarının kaza, saldırı veya sabotaj gibi nedenlerle canlı ve çevre sağlığı ile birlikte ülke huzuru ve ekonomisinde zarar oluşturduğu acil durumlar, radyolojik olay olarak nitelendirilmektedir. Radyoaktif maddelerin kazara yayılım göstermesi veya kazara radyasyona maruz kalınması radyolojik tehlike olarak nitelendirilirken, iyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarının kasıtlı bir şekilde zarar vermek amacıyla kullanılabilme ihtimali radyolojik tehdit olarak tanımlanmaktadır. Radyolojik silah ise radyoaktif maddelerin kasıtlı bir şekilde çevreye yayılmasında kullanılan düzenek ve metotları ifade etmektedir (AFAD 2021). Radyolojik olaylar; radyoaktif izotopların kullanıldığı, depolandığı veya taşındığı ya da kasıtlı bir şekilde dağıtılmaları sonucunda herhangi bir yerde meydana gelebilmektedir. Bu tür olaylar; evlerin, işyerlerinin, toplu taşıma araçları ve kritik yapıların kontamine olmasına sebep olmaktadır (Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021). Radyasyon kaynaklarının taşınması

sırasında yaşanan kazalar, kayıp radyasyon kaynakları veya bu kaynakların kullanımı sırasında gerçekleşen insan hataları sonucunda radyolojik kazalar meydana gelebilmektedir. Zırhlanmış kaynak olarak nitelendirilen radyasyon kaynaklarının kaybolması, çalınması veya terk edilmesi durumunda kayıp kaynak kazaları gerçekleşmektedir ve kaynakların saklanması veya zırhının açılması halinde ciddi bir radyasyon maruziyeti yaşanabilmektedir (Poyarkov 2018). Kayıp bir radyasyon kaynağı ile ilgili en büyük kazalardan biri 1985 yılında Brezilya'nın Goiânia şehrinde meydana gelmiştir. Şehirdeki terk edilmiş bir hastanenin çevresinde bulunan eski bir Sezyum-137 radyoterapi kaynağı çalınmıştır. Bu radyolojik kazaya sebebiyet veren radyasyon kaynağı, yüksek oranda radyoaktif sezyum klorür içeren 93 gramlık küçük bir kapsüldür, ancak radyoaktif kontaminasyon 85 bina ve 50 araçtan oluşan geniş bir alana yayılım göstermiştir. 112 000 kişiye tıbbi müdahalede bulunulmuştur ve 271 kişinin kontamine olduğu tespit edilmiştir. Radyasyon zehirlenmesi sebebiyle 4 kişi hayatını kaybetmiştir (Endregard ve diğ. 2011; Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021). Kasıtlı bir şekilde gerçekleştirilen radyolojik olaylar; yüksek düzeyde radyasyon yayan radyoaktif bir kaynağın halka açık bir konuma yerleştirilmesini veya kirli bomba olarak da nitelendirilen radyoaktif maddelerin konvansiyonel patlayıcılarla birleştirilmesi ile oluşturulan cihazların patlatılmasını içermektedir (Acton, Brooke-Rogers ve Zimmerman 2007). Kirli bombaların teröristler tarafından kullanımını belgeleyen örneklerden biri 1995 yılında meydana gelmiştir. Çeçen direnişçiler, Moskova'daki bir parka Sezyum-137 içeren bir kirli bomba yerleştirmiştir ve bu bomba patlatılmadan önce medyaya haber verilmiştir. Kirli bombalar kolay bir şekilde oluşturulabildiği, olumsuz psikolojik etkilere ve geniş çaplı kontaminasyona neden oldukları için teröristler tarafından yaygın bir şekilde tercih edilebilmektedir (Dökmeci 2018).

Vücut dokusunda enerji birikmesine sebebiyet veren iyonlaştırıcı radyasyon, hücrelerde hasar oluşmasına ya da ölüme neden olmaktadır. Radyasyonun bazı durumlarda insan sağlığına etkisi olmayabilir. Bazı durumlarda ise radyasyona maruz kalan hücrelerde geçici veya kalıcı anormallikler meydana gelmektedir. Yüksek dozda radyasyon maruziyeti, geniş çaplı hücre ölümüne neden olmaktadır ve bu sebeple kişi hayatını kaybedebilmektedir. Düşük dozlu radyasyon maruziyetinde ise kişi hayatta kalabilmektedir, ancak vücut hücreleri zarar gördüğü için kanser riski artmaktadır.

Akut radyasyon maruziyeti sonucunda meydana gelen etkiler, deterministik etki olarak nitelendirilmektedir ve yüksek bir radyasyon dozuna kısa sürede maruz kalınmasını ifade etmektedir. Akut radyasyon maruziyeti ile alınan doz yüksek ise; bakteriyel enfeksiyonlar, gastrointestinal bozukluklar, iç kanama ve anemi gibi belirtilere sahip Akut Radyasyon Sendromu (ARS) hızlı bir şekilde gelişebilmektedir. Genellikle deterministik etkiler, radyasyon maruziyet şekline ve radyasyonun nüfuz etme düzeyine bağlı vücut üzerinde lokal olarak gözlemlenebilmektedir. Radyasyonun sağlık üzerindeki diğer etkisi ise sitokastik etkilerdir. Bu etkiler, düşük seviyelerdeki radyasyona sürekli veya belirli aralıklarla uzun süre maruz kalınmasını ifade eden kronik maruziyetin bir sonucudur. Genetik etkiler, lösemi veya kanser gibi radyasyon maruziyetine bağlı gelişen durumlar, sitokastik etkiler dahilindedir (Poyarkov 2018; Dökmeci 2018).

Nükleer; fisyon yani çekirdek bölünmesi veya füzyon yani çekirdek kaynaşması olayı neticesinde ortaya çıkan enerjiye ilişkin kavram, sistem veya mekanizmaları tanımlarken kullanılan bir terimdir. Nükleer Düzenleme Kurulu (NDK) tarafından belirlenen uranyum, toryum, plütonyum ile birlikte diğer bölünebilir maddelerin izotoplarının, fiziksel ve kimyasal formları nükleer madde olarak tanımlanmaktadır. Kaza, saldırı veya sabotaj gibi sebeplerle nükleer maddelerin canlı ve çevre sağlığı ile birlikte ülke huzuru ve ekonomisinde zarar oluşturduğu acil durumlar, nükleer olay olarak nitelendirilmektedir. Nükleer maddelerin çıkarıldığı, üretildiği, işlendiği, kullanıldığı, bulundurulduğu veya depolandığı nükleer tesislerde bir kazanın meydana gelme ihtimali nükleer tehlike olarak ifade edilmektedir. Fisyon veya füzyon sonucunda ortaya çıkan yoğun enerjinin kullanılmasıyla geliştirilen ve konvansiyonel silahlara göre insan ve çevre için çok daha yıkıcı etkilere sahip kitle imha silahlarından biri olan nükleer silahların kullanılma ihtimali ise nükleer tehdit olarak tanımlanmaktadır (AFAD 2021).

Nükleer silahlar kategorisinde yer alan ve fisyon esasına dayanan atom bombasının 1954 yılında ABD tarafından Hiroşima ve Nagasaki'ye atılması ile nükleer tehditlerin çevre ve canlılarda ne düzeyde etkiler meydana getirebileceği gözler önüne serilmiştir. Bu sebeple, radyasyonun insan organizmasındaki somatik ve genetik etkilerinden ve çevre üzerindeki zararlarından korunmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Dökmeci 2018). Nükleer reaktörde meydana gelen bir kazanın

olası tehlikesi de radyasyon maruziyetidir ve reaktörde bulunan radyoaktif maddelerin atmosfere salınmasıyla gerçekleşmektedir. Önemli miktarda radyoaktif madde ile kontamine olmuş alanların büyüklüğü kaza yerinden itibaren 30 kilometreye kadar ulaşabilmektedir. Nükleer enerji tarihinde; 1979 yılında ABD’de yaşanan Three Mile Island Nükleer Güç Santrali Kazası, 1986 yılında Sovyetler Birliği’nde yaşanan Çernobil Nükleer Güç Santrali Kazası ve 2011 yılında Japonya’da yaşanan Fukushima-1 Nükleer Güç Santrali Kazası olmak üzere üç ciddi kaza meydana gelmiştir (Poyarkov 2018).

Radyolojik ve nükleer maddeler sebebiyle meydana gelebilecek olaylara yönelik afet ve acil durum planlarının geliştirilmesi kritik öneme sahiptir (Benolli, Guidotti ve Bisogni 2021). Bir radyolojik veya nükleer olay meydana geldikten sonra morbidite ve mortalitenin azaltılabilmesi için acil müdahale ekipleri, radyasyondan korunma ilkeleri ve radyasyon patolojilerine karşı alınabilecek önlemler konusunda temel bilgi birikimine sahip olmalıdır ve en kötü senaryolara karşı hazırlıklı olmaları gerekmektedir (Turcanu ve diğ. 2016).

2.3.4. Patlayıcı Maddeler

Patlayıcı maddelerin yedinci yüzyılda Çinliler tarafından keşfedildiği düşünülmektedir. Bilinen ilk patlayıcı madde; kömür, kükürt ve potasyum nitrat karışımı ile edilen barut olarak da bilinen kara baruttur. Çinliler kara barutu; sevk maddesi, patlayıcı ve aynı zamanda havai fişek olarak kullanmışlardır. Akabinde, Avrupa’da nitroselüloz (NC) ve nitrogliserin (NG) geliştirilerek zayıf patlayıcılar olarak adlandırılan yeni bir patlayıcı sınıfı ortaya çıkmıştır. Sonrasında bu yeni patlayıcı sınıfı, bir mermiyi itebilecek miktarda sıcak gaz oluşturduğu ve kontrollü bir şekilde yavaş yanması sebebiyle sevk maddeleri olarak da adlandırılmıştır. İlerleyen yıllarda pikrik asit, trinitrotoluen (TNT), pentaeritrol tetranitrat (PETN), siklotrimetilen trinitramin (RDX / Research Department Explosive), siklotetrametilen tetranitramin (HMX / High Melting Explosive) vb. gibi daha güçlü patlayıcılar keşfedilmiştir. Bu patlayıcıların; ısı, darbe, sürtünme ve kıvılcım gibi çeşitli uyarılara nispeten duysuz olduğu ve bomba, top mermileri ve savaş başlıklarında patlayıcı dolgu olarak kullanılması gerektiği savunulmuştur. Benzer bir şekilde, barut ilkesinden hareketle ve aydınlatma, duman, ses ve yangın çıkarıcı vb. özel efektler

konusunda askeri anlamda ihtiyaçların karşılanması için yakıt, oksitleyici, bağlayıcı ve katkı maddesi bazlı formülasyonlar geliştirilmiştir ve piroteknikler olarak sınıflandırılmıştır (Agrawal 2010).

Patlayıcılar, sevk maddeleri ve piroteknik olarak kullanım amacına ve formülasyonlarına göre üç başlıkta sınıflandırılan patlayıcı maddeler, 1990'lı yılların başlangıcına dek bağımsız olarak geliştirilmişlerdir. Bu süre zarfında rapor edilen patlayıcıların sayısı katlanarak artmıştır. Patlayıcılar, sevk maddeleri ve piroteknikler ile ilgili araştırmaların gizli tutulması adına patlayıcılar topluluğu için yüksek enerjili madde (HEM / High Energy Material) ve enerjik madde (EM / Energetic Material) terimleri geliştirilmiştir. Genel anlamda yüksek enerjili madde ve enerjik madde terimi, çoğunlukla kimyasal reaksiyonlarla yüksek enerjili bir duruma ulaşabilen herhangi bir madde için de kullanılmaktadır (Persson, Holmberg ve Lee 1993).

Patlayıcı maddeler; madencilik, taş ocakçılığı ve yapı projeleri gibi alanlarda kolaylık sağlamaktadır. İlk patlayıcı madde olan barutun kullanılması ile kayaların yıkılması ve madenlerin çıkarılması gibi işlemler geçmiş yöntemlere göre daha etkili ve ekonomik olarak gerçekleştirilmektedir. Avrupa'da sanayi devriminin yaşanması ve yeryüzünün mineral zenginliğinin insanoğlu tarafında kullanılabilmesi patlayıcı maddeler sayesinde. Ekonomi ve endüstriyel anlamda büyük katkıları olan patlayıcı maddeler; işleme tabi tutma, elleçleme, nakliye, depolama, savaş ve terör olaylarında çok büyük bir tehdit niteliğindedir (Agrawal 2010; Meyers ve Shanley 1990; Fordham 1980).

Patlayıcı maddeler literatür kapsamında üç farklı şekilde tanımlanmaktadır. İlk olarak, patlayıcı; uygun şekilde tetiklendiğinde, çok hızlı, kendi kendine devam eden ekzotermik bozunma reaksiyonu yoluyla büyük miktarda ısı ve basınç yayan bir madde olarak tanımlanmaktadır. Üretilen sıcaklık 3 000 – 5 000 C aralığındadır ve üretilen gazlar orijinal hacminden 12 000 – 15 000 kat genişlemektedir. Tüm fenomen, bir şok ve yüksek ses eşliğinde birkaç mikrosaniye içinde gerçekleşmektedir. Bir diğer tanım ise, patlayıcı; ısıya, darbeye, ateşlemeye veya katalize maruz kaldığında büyük miktarda enerji üretimiyle birlikte çok hızlı bir şekilde bozunmaya uğrayan bir kimyasal madde veya kimyasal maddelerin karışımı şeklindedir. Son olarak, patlayıcı; potansiyel enerjisinin salınması üzerine ani bir gaz patlaması üreterek çevresine

yüksek basınç uygulayan bir madde veya cihaz olarak tanımlanmaktadır (Agrawal 2010).

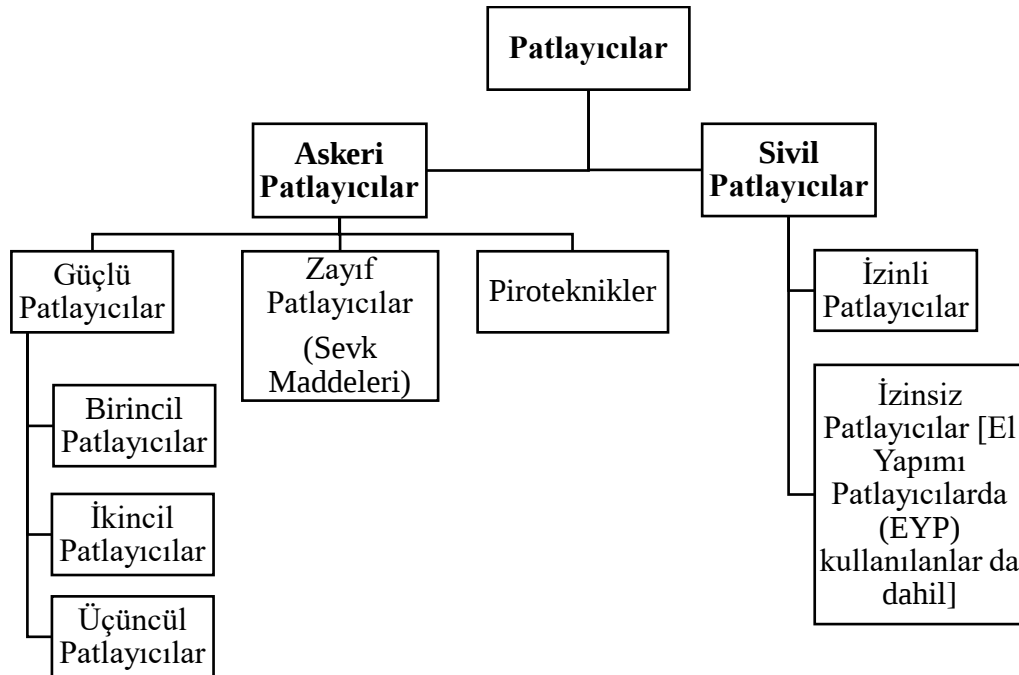
Patlama ile sonuçlanan kimyasal reaksiyonun iki önemli yönü vardır. Birincisi; ısı, gaz halindeki reaksiyon ürünlerinin genişmesine ve yüksek basınçlar oluşturmaya neden olmaktadır. Patlama ile bu ısı hızlı bir şekilde serbest kalmaktadır. Yani, her patlayıcı kimyasal reaksiyona büyük miktarlarda ısı üretimi de eşlik etmektedir. Isının hızlı bir şekilde serbest kalması patlamanın oluşmasına sebep olurken, yetersiz hızda serbest kalan ısı sonucunda patlama meydana gelmemektedir. Buna örnek olarak; kömür, nitrogliserinden beş kat daha fazla ısı üretebilmesine rağmen serbest kalan ısının hızı oldukça yavaş olması sebebiyle kömürün patlayıcı madde olarak nitelendirilmemesi verilebilmektedir. İkinci olarak; reaksiyonun hızı, patlayıcı bir reaksiyonu sıradan bir yanma reaksiyonundan farklı kılmaktadır ve bu nedenle, patlayıcı bir reaksiyon büyük bir hızla gerçekleşmektedir. Reaksiyon hızlı bir şekilde meydana gelmediği sürece, termal olarak genişmiş gazlar ortamda yavaşça dağılacaktır ve bunun sonucunda patlama meydana gelmeyecektir. Patlama reaksiyonun önemli yönlerinden hareketle, bir patlayıcı maddenin temel özellikleri; kimyasal yapısının bir sonucu olarak potansiyel enerjiye sahip olması, uygun ateşlemede hızlı bozunmaya uğraması ve aynı anda meydana gelen büyük miktarda enerji salınımı ile gaz halinde ürünler oluşturmaya olarak sıralanabilmektedir. Bir başka deyişle; patlayıcı maddelerin araştırılması, bu özelliklerin incelenmesini içermektedir (Agrawal 2010).

Patlayıcı maddeler; trinitrotoluen (TNT) gibi katı, nitrogliserin (NG) gibi sıvı veya hidrojen ve oksijen karışımı gibi gaz formda olabilmektedir. Patlayıcı maddeler, tek bir kimyasal bileşik (TNT) veya patlayıcı bileşiklerin bir karışımı [TNT ve amonyum nitrat karışımı (AN, $\text{NH}_4 \text{NO}_3$)] şeklinde olabilmemesinin yanı sıra patlayıcı olarak nitelendirilmeyen maddelerin bir karışımı (barut – kömür, kükürt ve potasyum nitrat karışımı) şeklinde de olabilmektedir. Patlama reaksiyonu sonucunda ortaya çıkan ürünler; sadece gaz veya katı şeklinde yahut gaz ve katıların karışımıdır. NG sadece gaz ürünler ortaya çıkarırken, barut hem gaz hem de katı ürün ortaya çıkarmaktadır (Agrawal 2010).

Patlayıcı maddeler askeri ve sivil uygulamalarda fayda sağlayıcı nitelikte kullanılmaktadır. Bu maddelerin yıkıcı ve zarar verici amaçlarla kullanılması ise KBRN-P teriminin P'sini oluşturmaktadır. Patlayıcı maddeleri farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür (Şekil 2.3.4.1). Patlayıcı maddelerin sınıflandırılmalarına yönelik örnekler aşağıdaki gibidir (Agrawal 2010):

- Kullanım amaçlarına göre – askeri uygulamalar için askeri patlayıcılar ve ticari amaçla kullanılanlar sivil patlayıcılar,
- Patlamanın yapısına göre – mekanik, nükleer veya kimyasal,
- Kimyasal yapılarına göre – patlayıcı bir maddede bulunan bağların yapısı.

Askeri patlayıcılar; bomba, top mermisi, el bombası, füze ve roket başlıkları gibi askeri mühimmatlarda kullanılan patlayıcı maddeleri, patlayıcı bileşimleri veya formülasyonlarını ifade etmektedir. Askeri patlayıcılar kategorisinde yer alan ikincil patlayıcılar, bir dereceye kadar duyarsız olmaları sebebiyle elleçleme, depolama ve nakliye için güvenli olarak nitelendirmektedirler. Askeri patlayıcıların olası bir harp halinde toplu olarak üretilebilmesi için gerekli olan hammaddeler ülkeler tarafından hazır halde bulundurulmaktadır (Agrawal 2010).



Şekil 2.3.4.1. Patlayıcıların sınıflandırılması (Agrawal 2010).

Güçlü patlayıcılar, çok yüksek reaksiyon hızlarına sahip olmaları ve patlama sırasında yüksek basınç oluşturmaları ile karakterizedir. Genel olarak; birincil patlayıcılar, ikincil patlayıcılar ve üçüncül patlayıcılar olarak alt bölümlere ayrılmaktadır. Birincil güçlü patlayıcılar; ateş, kıvılcım, darbe, sürtünme gibi faktörlerden etkilenecek kolayca patlayabilen çok hassas maddelerdir. Elleçlenmeleri tehlikelidir ve oldukça küçük miktarlarda kullanılmaktadırlar. Birincil patlayıcılara örnek olarak; kurşun azit (LA), cıva fülminat (MF), gümüş azit, bazik kurşun azit (BLA) verilebilmektedir. Bu tür patlayıcılar genel olarak; ateşleme fitillerinde, füyelerde ve tüfek kapsüllerinde kullanılmaktadır. İkincil patlayıcılar, birincil patlayıcılara göre mekanik şoka ve aleve daha duyarsızdırlar. Genel olarak güçlü bir şok girişimi olmadan patlatılamazlar. Aynı zamanda ikincil patlayıcılar, az miktarda birincil patlayıcının patlatılmasıyla elde edilen bir patlayıcı şokla ateşlendiği takdirde daha büyük şiddetle patlayabilme özelliğine sahiptir. Yaygın olarak kullanılan çeşitli ikincil patlayıcılar arasında hassasiyetleri açısından önemli farklılıklar mevcuttur. Sadece kapsül yani füyeye ile patlatılabilen ikincil patlayıcılar, kapsüle duyarlı olarak adlandırılmaktadır. Bazı askeri patlayıcılar, kapsüle duyarlı olabilmesi için özel olarak formüle edilmektedir. Başka bir deyişle, ikincil yüksek patlayıcılar bir füyeye ve sıklıkla birincil patlayıcı kullanımı gerektirmektedir. İkincil patlayıcıları ateşlemek için birincil patlayıcıların da olduğu bir patlayıcı zinciri gereksinimi, ikincil patlayıcıların güvenlik özelliğinden kaynaklanmaktadır. Pentaeritritol tetranitrat (PETN) genellikle referans patlayıcı olarak kabul edilmektedir ve PETN'den daha hassas olan patlayıcılar birincil patlayıcı olarak sınıflandırılmaktadır. Birincil ve ikincil patlayıcılar arasındaki en büyük farkı; birincil patlayıcıların yanarak patlamaya, ikincil patlayıcıların ise şok dalgaları ile patlamaya başlaması oluşturmaktadır. Bu nedenle birincil patlayıcıların en önemli özelliği, hızlı bir şekilde parlamadan patlamaya geçiş yapabilmesidir. Parlamadan patlamaya hızlı bir geçiş aynı zamanda dayanıksızlık göstergesidir. Bunun sebebi ise alevlenmenin kazara başlamasının sonucunda patlamanın meydana gelebilmesidir (Agrawal 2010; Marshall ve Oxley 2009). Üçüncül patlayıcılar, patlayıcı ajanlar olarak da adlandırılmaktadır. Amonyum nitrat (AN, $\text{NH}_4 \text{NO}_3$), amonyum perklorat (AP, $\text{NH}_4 \text{ClO}_4$), amonyum dinitramit [ADN, $\text{NH}_4 \text{N} (\text{NO}_2)_2$] ve mononitrotoluen (MNT) gibi oksitleyiciler üçüncül

patlayıcıları oluşturmaktadır. Üçüncül patlayıcıları diğer patlayıcılara göre ateş, darbe ve sürtünme ile ateşlemek daha zordur. Bu tür patlayıcılar ateşlendikleri takdirde büyük bir kritik çapa sahiptirler ve ikincil patlayıcılara göre kitlesel patlamanın yayılma olasılığı çok daha azdır. Üçüncül patlayıcılar şoka karşı da fazlasıyla duyarsızdırlar. Birincil patlayıcılarla güvenilir bir şekilde patlatılamadıkları için ikincil patlayıcılardan oluşan bir ara patlayıcıya gerek duyulmaktadır. TNT'nin yaklaşık üçte biri kadar patlama enerjisine sahip olan üçüncül patlayıcılar saf halde bulunmaktadır. Amonyum nitrat (AN) ve amonyum perklorat (AP), ticari nakliye ve depolamada patlayıcı madde yerine oksitleyici olarak sınıflandırılmaktadır. Üçüncül patlayıcılar ile ilgili tüm bu özelliklerin aksine, tarihte kazara meydana gelen en büyük patlama olaylarından bazılarının meydana gelmesindeki neden olarak nitelendirilmektedirler. Patlamaların yaşandığı dönemlerde bu patlayıcı sınıfındaki maddelerle faaliyette bulunan kişiler arasında büyük bir şaşkınlık oluşmuştur. Üçüncül patlayıcılarla kazara meydana gelen en büyük patlama olayları; 1921 yılında Oppau'da ve 1947 yılında Teksas'ta yaşanan amonyum nitrat (AN) patlamaları ve 1988 yılında Nevada'nın Henderson şehrinde yaşanan amonyum perklorat (AP) patlamasıdır (Marshall 1987; Eckhoff 2016).

Sevk maddeleri, siyah barut ve dumansız barut gibi patlayıcı maddeler zayıf patlayıcılar sınıfında yer almaktadır. Zayıf patlayıcıların yavaş ve düzenli yanma özelliğinden dolayı patlamaları halinde daha az sarsıcı etki oluşmaktadır. Bu tür patlayıcı maddeler yanma esnasında kontrollü bir şekilde büyük ve hacimli gazlar ortaya çıkarmaktadır. Sevk maddeleri, yanmaları için gerekli olan tüm oksijeni kendi içlerinde bulunduran yanıcı maddelerdir. Ana işlevleri, bir merminin ya da füzenin harekete geçmesini sağlamaktır ve genellikle askeri uygulamalar ve uzay araştırmalarında kullanılmaktadır. Sevk maddeleri, ateş veya kıvılcım ile ateşlenerek katı halden gaz formuna oldukça yavaş bir şekilde dönüşmektedirler. Başka bir ifadeyle, güçlü bir patlayıcının infilak etmesi ile zayıf bir patlayıcının alevlenmesi ve yanması arasında niteliksel anlamda farklılıklar söz konusudur. Güçlü patlayıcılar şiddetli bir şekilde patlamaktadır ve bu nedenle de maksimum yıkım etkisi sağlamak adına mermi ve bombalarda dolgu malzemeleri olarak kullanılmaktadır. Zayıf patlayıcılar ise yanma eylemi göstermektedir ve mermilerin silahlardan çıkarılmasında kullanılması için ideal maddelerdir. Çoğu patlayıcı madde, alev alabilmektedir ve

infilak edebilmektedir. Aynı zamanda, güçlü ve zayıf patlayıcıların bileşimlerinde kullanılabilirler. Bu bağlamda, bir sevk maddesinin de aşırı koşullar altında patlayabileceği anlamı ortaya çıkmaktadır. Buna örnek olarak; nitroselülozun (NC) tek başına tutuşturulması ile sadece alev aldığı ancak birincil patlayıcı ile tutuşturulduğunda ise infilak ettiği verilebilmektedir. Zayıf patlayıcıların patlaması, ses hızının altında gerçekleşirken TNT gibi güçlü patlayıcıların patlaması ise patlayıcıların moleküler yapısının bozulmasıyla birlikte süpersonik bir hızda gerçekleşmektedir (Bailey ve Murray 2000; Agrawal 2010).

Piroteknikler, özel bir efekt oluşturmak için uygun şekilde ateşlendiklerinde yanabilme özelliğine sahip maddelerin karışımı olarak tanımlanmaktadır. Piroteknik bileşimlerin yapısal bütünlük sağlaması adına, bir bağlayıcı madde ve özel efekt meydana getirebilmeleri için katkı maddeleri ile birlikte bir yakıt ve bir oksitleyiciden oluşmaktadır. PETN ve TNT gibi birkaç tekli patlayıcının karışımı ile elde edilen pentolit ve yakıt veya oksitleyici eklenmiş bir veya daha fazla tekli patlayıcının karışımı olan dinamit piroteknik maddelere örnek olarak gösterilebilmektedir (Agrawal 2010).

Sivil patlayıcılar aynı zamanda ticari patlayıcılar olarak da adlandırılmaktadır. Genel olarak; madencilik, taş ocakçılığı, inşaat ve tünel inşaatı için kullanılmaktadırlar. Güçlü patlayıcılar, birincil patlayıcılar veya doğrudan fünye aracılığıyla ateşlendiğinde patlayan kimyasal bileşimlerdir. Şok, sürtünme ve darbeye karşı duyarsız olan sivil patlayıcılar; izinli patlayıcılar ve izinsiz patlayıcılar olarak ikiye ayrılmaktadır. Kayaların patlatılması ile ilgili faaliyetlerde genellikle bu patlayıcı grubunda yer alan amonyum nitrat (AN) ve akaryakıt (Fuel Oil/FO) karışımı olan ANFO ve emülsiyon patlayıcılar sıklıkla kullanılmaktadır. İzinli patlayıcılar, gaz veya tozla doldurulmuş kömür madenlerinde kullanılmasına izin verilmiş patlayıcılardır. Güçlü bir patlama meydana getiren bu patlayıcılar; az miktarda düşük hacimli, kısa süreli ve düşük sıcaklıkta alev üretmektedirler ya da hiç üretmezler. Bu nedenle metan gazını veya kömür tozunu tutuşturamazlar. NG bazlı patlayıcılar, ANFO patlayıcıları, emülsiyon patlayıcılar ve bulamaç patlayıcılar izinli patlayıcılar dahilindedir. Kömür madenlerinde patlama anında parlama oluşturan ve işçiler için tehlike arz eden patlayıcılar, izinsiz patlayıcılar olarak nitelendirilmektedir. İzinsiz patlayıcılar,

alüminyum tozuna ve negatif oksijen dengesine sahip diğer patlayıcılara dayanan bileşimleri içermektedir (Agrawal 2010).

Dünya tarihinde liman bölgelerinde patlayıcı maddelerin sebebiyet verdiği kazara pek çok patlama olayı yaşanmıştır. Liman bölgelerindeki en yıkıcı patlama olaylarından biri, 30 Aralık 1917'de Kanada'nın Halifax Limanı'nda yaşanmıştır. Güçlü patlayıcı maddeler ile yüklü Fransız yük gemisi Mont Blanc ile Belçika bandıralı yük gemisi Imo'nun çarpışması üzerine büyük bir patlama meydana gelmiştir. Dakikalar içinde gerçekleşen bu patlama, Halifax şehrinin yaklaşık olarak %50'sinin tahrip olmasına sebebiyet vermiştir ve 3 000 kişi de yaşamını yitirmiştir (Akten 2006). 21. yüzyılda liman bölgelerinde yaşanan en yıkıcı patlama, 4 Ağustos 2020'de Beyrut'ta meydana gelmiştir. Patlama, Beyrut Limanı'nda yetersiz koşullarda depolanan tonlarca amonyum nitratın kazara tutuşması sonucu gerçekleşmiştir. Beyrut Limanı'nda kazara meydana gelen bu patlamanın sonucunda binlerce kişi yaralanmıştır ve yüzlerce kişi de hayatını kaybetmiştir (IFRC 2020). Patlayıcı maddelerin kazara patlaması noktasında liman bölgeleri kadar mühimmat fabrikaları da tehlike arz etmektedir. 3 Temmuz 1997'de Türkiye savunma sanayisi için büyük bir önem teşkil eden Makine Kimya Endüstrisi (MKE) Kırıkkale Mühimmat Fabrikası'nda meydana gelen patlama ile maddi ve manevi anlamda büyük kayıplar yaşanmıştır (Aksal ve diğ. 1997).

Patlayıcı maddeler, kazara meydana gelen patlama olaylarının bir nedeni olabilmesinin yanı sıra kasıtlı olarak gerçekleştirilen patlama olaylarının da nedeni olabilmektedir. Farklı formlarda oluşturulabilen ve farklı şekillerde aktif hale getirilebilen konvansiyonel silahlar dahilinde olmayan patlayıcı silahlar El Yapımı Patlayıcı (EYP) olarak tanımlanmaktadır. EYP'lerde kullanılan patlayıcı maddeler, sivil patlayıcılar olarak nitelendirilen patlayıcı maddelerin alt sınıfında yer alan izinsiz patlayıcılar dahilindedir (Galatas 2020; Agrawal 2010). Ancak 1969 ve 2000 yılları arasında İrlandalı teröristler tarafından gerçekleştirilen bombalı eylemlerde sivil yani ticari patlayıcılar kapsamındaki sodyum klorat, nitrobenzen ve AN kullanılmıştır. Akabinde Birleşik Krallık ve İrlanda hükümetleri tarafından sodyum klorat, nitrobenzen ve saf AN satışına sıkı denetimler getirilmiştir. Tarihte AN'nin kullanıldığı en bilindik bombalı terörist saldırısı, 1995 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Oklahoma City'deki Murrah Federal binasına yönelik

gerçekleştirilmiştir. Bu bombalı saldırısı sonrasında Amerika Birleşik Devletleri'nde AN'nin patlayıcı yapısı ile ilgili oluşan endişeler sonucunda, AN bazlı patlayıcıların kolayca hazırlanması ve Oklahoma City'deki bombalı saldırının çok yıkıcı nitelikte olmasından dolayı ticari olarak mevcut AN'yi duyarsızlaştırmayı amaçlayan bir dizi araştırma programı geliştirilmiştir (Marshall ve Oxley 2009). EYP'ler ile hem siviller hem de askerler hedef alınmaktadır. İkinci Körfez Savaşı'nda ABD liderliğindeki işgal güçlerine karşı yaygın olarak EYP'ler kullanılmıştır. 2007 yılının sonunda İkinci Körfez Savaşı'nda meydana gelen ölümlerin %63'üne EYP'ler sebebiyet vermiştir. 2009 yılında Afganistan'da direnişçi gruplar tarafından 7 228 EYP saldırısı gerçekleştirildiği kayıtlara geçmiştir. Savaş ve terör saldırılarında zarar vermek, yaralanma ve can kaybı oluşturmak için EYP'lerin tek başına kullanılmalarının yanı sıra kimyasal ve radyolojik ajanların yayılımını sağlamak amacıyla da kullanılmaktadır. Patojenlerin patlama esnasında meydana gelen ısı sebebiyle ölmesinden dolayı biyolojik ajanlar, çoğunlukla EYP'ler ile kombine edilmemektedir (Galatas 2020).

Patlayıcı maddeler ile gerçekleştirilen tüm depolama, nakliye, elleçleme gibi faaliyetlerin emniyetli ve uygun koşullar çerçevesinde gerçekleştirilmesi, kazara meydana gelebilecek patlama olaylarının önüne geçilmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda patlayıcı maddeler ile ilgili uygun düzenlemelerin yapılması ve sıkı denetimlere tabi tutulmaları, terör faaliyetlerinde kullanılmaları açısından bir bariyer niteliğinde olacaktır (Galatas 2020). Patlayıcı maddelerin risk yönetimi çerçevesinde KBNR-P alanında ele alınması, patlama olaylarına ilişkin müdahale ve iyileştirme çalışmalarının geliştirilmesini sağlayacaktır. Bu maddeler ile meydana gelebilecek tüm kazalara ve kasıtlı olaylara yönelik bütünleşik afet yönetimi sistemi kapsamında gerçekleştirilecek zarar azaltma ve hazırlık çalışmaları büyük bir önem taşımaktadır. Risk yönetimi kapsamında patlayıcı olaylar ile ilgili senaryoların geliştirmesi, bu olaylara hazırlıklı olunması konusunda yardımcı olacaktır.

2.4. Senaryo Nedir?

Senaryo kavramı genel anlamda, olayların varsayılan sıralanımı veya gelişimi ile geleceğin bir tasarımı olarak tanımlanmaktadır (Alexander 2017; Aşçı 2017). Afet ve

acil durumlar bağlamında senaryo tanımı (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009);

- Ulusal veya alt ulusal düzeyde ülkenin emniyeti ve güvenliği açısından pek çok sonuca sahip, yapısı ve ölçeği bakımından bir veya birden fazla bağlantılı olayın,
- Altta yatan neden, herhangi altta yatan sinsi bir süreç veya tetikleyiciden oluşan; aslında olayın meydana gelmesi ya da sinsi süreçlerinin ortaya çıkmasına sebebiyet veren olaya ait nedenlerin,
- Tanımlanmış olayın boyutunu gösteren genel koşulları, hasar görebilirliğin derecesi ve insan, nesne(ler) ve toplumun direncine dair olayın kapsamının,
- Yapısı ve ölçeği ile tüm tanımlı müdahale ve kontrol önlemlerini gösteren olaya ait sonuçların,
- Olayın ülkenin kritik altyapısının sürekliliği üzerindeki etkilerinin

anlatı tarzında oluşturulması olarak yapılmaktadır. Kısacası, afet ve acil durum senaryolarındaki en yaygın sıralanım; bir risk veya afet etkisi oluşturabilen bir veya daha fazla tehlike ve zarar görebilen veya maruz kalmış ögeler üzerinde meydana gelebilecek etkilerden oluşmaktadır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Alexander 2017).

Belirsizliklere odaklanması, hem kavram hem de metodoloji açısından senaryolar için esastır. Senaryo geliştirme, kontrol edilemeyen ve indirgenemez belirsizlikler karşısında durumların aydınlatılması konusunda önemli bir tekniktir. Senaryolar, paradoks ve çelişkilerin üstesinden gelinmesini sağlamaktadır. Buradan yola çıkarak, senaryo metodolojisinin ya da modellemesinin; kontrol edilemeyen belirsizlik bilgisine bağlı olarak ve bir dizi alternatif gelecek sunarak eylemleri kolaylaştırdığı, yani kararların optimizasyonundan ziyade riskten korunmaya yönelik hangi eylemlerin gerçekleştirileceğine ilişkin kararların alınmasında yardımcı olduğu ifade edilebilmektedir (Şekil 2.4.1) (Alexander 2017).

		Kontrol Edilebilirlik	
		Kontrol Edilebilir	Kontrol Edilemez
Belirsizlik	Yüksek	Adaptif Yönetim	Senaryo Metodolojisi
	Düşük	Optimal Kontrol	Riskten Korunma

Şekil 2.4.1. Belirsizlik ve kontrol edilebilirlik arasında senaryo metodolojisinin konumu (Alexander 2017).

Senaryolarda belirsizliğe vurgu yapılmasına rağmen, süreklilik ve sürpriz arasında bir denge kurularak geliştirilmeleri gerekmektedir. Senaryolar geliştirilirken yaratıcılıkta dahil edilmektedir. Ancak senaryoların geliştirilmesi esnasındaki zorlayıcı kısım, kanıtlarla desteklenerek doğrulanmalarıdır. Senaryo modellemesinde tam olarak kesinlik niteliği taşıyan nihai bir ürün olmasa da; eğilimler, sonuçlar ve kararlarda tutarlılık hedeflenmelidir. Senaryo metodolojisi ile belirsizlikleri temsil eden bir dizi olası sonuç üretilmektedir. Kısacası senaryo geliştirme, tek bir hipotezin doğrulanmasından ziyade pek çok geçici varsayımın oluşturulmasını temsil etmektedir (Alexander 2017).

Schoemaker (1995); senaryoları geliştirirken sahip olunan bilgiyi, bildiğimizin farkında olduğumuz ve bildiğimiz bilgiler ile bilinmesi mümkün görünmeyen veya kesin olmayan bilgiler olarak ikiye ayırmaktadır. Genel olarak; geçmiş ve günümüze ilişkin bilgilerin yanında gelecek ile ilgili teknolojik gelişmeler ve demografik değişkenler gibi bazı konulara ait bilgiler, bildiklerimiz olarak kabul edilmektedir. Alexander (2009) ise ABD eski savunma bakanı Donald Rumsfeld’in bir ifadesinden yola çıkarak sahip olunan bilgiyi, “genişletilmiş Rumsfeld sınıflandırılması” başlığı altında dörde ayırmaktadır:

- Bilinen bilinenler: Neyin ne olduğu bilinmektedir.
- Bilinen bilinmeyenler: Bilinmeyenlerin farkına varılmıştır.

- Bilinmeyen bilinenler: Bazı şeylerin bilindiğinin tam olarak farkına varılmamıştır.
- Bilinmeyen bilinmeyenler: Bazı şeylerin bilinmediğinin tam olarak farkına varılmamıştır (Alexander 2009).

Bir senaryo geliştirilirken gelecekte yaşanabilecek olası durumlar ile ilgili doğru sorular sorulmalı ve doğru cevaplarına ulaşmaya gayret gösterilmelidir (Fost ve Edmonston 1998). Doğru sorular için aranacak doğru cevaplar, senaryoların geliştirilmesindeki başarıyı etkilemektedir. Bu sebeple; konu ile ilgili bilinen ve bilinmeyenlere dair sorular yöneltilmelidir, bilinmeyen hususlara ilişkin gerçekleştirilen çalışmalardan faydalanılmalarıdır ve bilinmeyenlerin bilinen durumuna dönüştürülmesi ile ilgili gerekli çalışmalar yürütülmelidir (Aşcı 2017).

2.4.1. Senaryo Metodolojisinin İlk Kullanımı, Gelişimi ve Kullanım Alanları

Modern senaryo metodolojisi, ilk olarak 1950’li yıllarda Amerikan Hava Kuvvetleri bünyesindeki RAND kuruluşunda çalışan Herman Kahn’ın gerçekleştirdiği çalışmalar arasında yer alan yeni geliştirilmiş olan nükleer bombanın kullanılması halinde ülkeler ve insanlar üzerinde meydana gelebilecek etkiyi tasavvur etmesi ile ilgili çalışmasından ileri gelmektedir. 1962 yılında Herman Kahn, Sovyetler Birliği ile yaşanabilecek bir nükleer savaşın muhtemel sonuçlarına yönelik Amerikalı yetkililer tarafından hazırlık yapılması gerektiğini “Thinking About The Unthinkable” adlı eserinde vurgulamıştır (Kahn 1962; Alexander 2017; Aşcı 2017). Kahn ve Wiener’in 1967 yılında gerçekleştirdiği çalışmada senaryolar, dikkati nedensel süreçlere ve karar noktalarına odaklamak amacıyla oluşturulan varsayımsal olaylar dizini olarak tanımlanmıştır. Aynı zamanda, hayallerin harekete geçirilip disipline edilmesiyle birlikte farklı açılardan geleceğin üstesinden gelinmesi noktasında senaryoların temel araçlardan biri olduğu ifade edilmektedir (Kahn ve Wiener 1967; Alexander 2017; Aşcı 2017). Hayal edilenlerin gelecek konusundaki düşüncelere dönüştürülmesi amaçlandığında, bilgi ve hayalin mantıksal çerçevede biçimlendirilmesi ile gelecek senaryoları oluşturulmalıdır (Oppenheimer 2012). Londra’da Royal Dutch/Shell Oil’de senaryo planlama başkanı olarak görev yapmış olan Pierre Wack, stratejik planlamaya alternatif ve tamamlayıcı bir yöntem olarak senaryo planlamasını

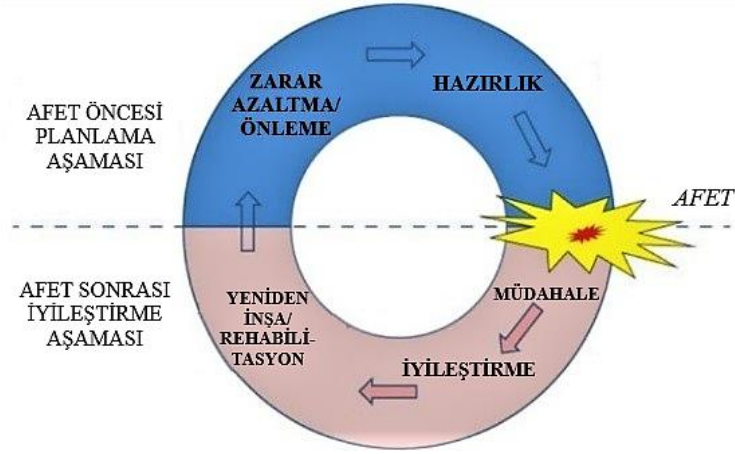
geliştirmiştir. 1970’li ve 80’li yıllardaki petrol krizlerini öngören bir ekibe liderlik eden Wack, geliştirdiği senaryo planlaması ile rakiplerine göre daha hazırlıklı olunmasını sağlamıştır ve kriz süreci en az zararla atlatılmıştır. Pierre Wack, senaryo planlama yönteminin öncüsü olarak kabul edilmektedir. Senaryoların geleceğe dair zihin haritalarını değiştirdiği, Wack tarafından vurgulanmaktadır (Chermack 2017; Fost ve Edmonston 1998; Aşcı 2017). Gelecek senaryoları ile ilgili çalışmaları bulunan Peter Schwartz; senaryoları dünyamızın gelecekte alacağı şekil konusunda, günümüzde gerçekleşen değişimleri fark etmemizi ve kabullenmemizi sağlayan hikayeler olarak tanımlamaktadır. Bu tanım ile birlikte senaryoların yansıttığı gelecekte gerçekleşebilecek olasılıklar ışığında; güçlü ve güçsüz yönler, tehditler ve fırsatlara geniş bir açıdan bakılabileceğini yani SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizinin gerçekleştirilebileceğini belirtmektedir (Schwartz 1991; Aşcı 2017; Marttunen, Lienert ve Belton 2017).

Senaryoların geliştirilmesindeki modern biçimsel yöntemin kökenleri, olası alternatif sonuçların oluşturulmasını da beraberinde getiren ve anlatı süreçlerine dayanan bir tür sosyo-ekonomik fütürolojiyi kapsamaktadır. Pek çok farklı alanda geleceğin daha iyi anlaşılıp öngörülebilmesi ve olasılıkların tahmin edilebilmesi için senaryoların kullanımı söz konusudur. Senaryolar; askeri eğitim ve planlamalarda, barışı koruma ve çatışma durumları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda; istihbarat kuruluşları, siyasetçiler ve şirketler tarafından da gelecekte meydana gelebileceklerle yönelik sürpriz etkisi ile karşı karşıya kalınmaması adına kurgular üzerinden muhtemel sonuçları öngörebilmek için senaryolar geliştirilmektedir. Kentsel ve bölgesel planlama bağlamında da senaryolar, olası karmaşık ve belirsiz gelecekler hakkında yaratıcı bir şekilde düşünülebilmesi için sistematik bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Senaryoların geliştirilmesi ve kullanılmasındaki ana fikir, tek bir sonucun doğru tahminine odaklanmak yerine sistemdeki birçok önemli belirsizliği içeren çeşitli olası gelecekleri dikkate almaktır (Alexander 2017; Schoemaker 1993; Schoemaker 1995).

2.4.2. Afet ve Acil Durumlar Açısından Senaryonun Önemi ve Kullanımı

Senaryo metodolojisi veya modellemesi, tehlikeler ve afetler ilgili araştırmalarda ve çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Erickson 1975).

Örneğin; gelecekte yaşanması olası depremlerin öngörülme çalışılmasında (Fedotov, Chernysheva ve Shumilina 1993), sismik hasar tahminlerinin doğruluğunun geliştirilmesinde (Barbat, Moya ve Canas 1996) ve sismik risk yapısının tespit edilmesinde yardımcı bir yöntem olarak kullanılmıştır (Kappos, Stylianidis ve Pitilakis 1998). Bu bağlamda, senaryoların gelecekte yaşanabilecek depremlerin etkilerini tahmin etme konusunda oldukça önemli bir role sahip olduğu ifade edilebilmektedir (Borchardt 1991; Reichle 1991). Sismik risk değerlendirmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada büyük deprem riski altındaki Tahran ve Kahire’de, hasar senaryoları kullanılarak yaşanması olası bir deprem sonrasında meydana gelebilecek muhtemel kayıplar ölçülmüştür. Tokyo, San Francisco ve Los Angeles gibi çok nüfuslu şehirler için ise fiziksel hasar ve ekonomik kayıp senaryoları geliştirilmiştir. Genel olarak geliştirilen senaryolar, hasar ve çökme riski gibi binaların sismik mühendislik performansıyla ve meydana gelebilecek ekonomik kayıplar ile sınırlandırılmıştır. Afet ve acil durumların davranışsal ve müdahale açısından geniş çaplı olarak ele alındığı senaryolar daha kısıtlı sayıdadır (Alexander 2017). Ancak günümüzde bütünleşik afet yönetim sisteminin benimsenmesi ile birlikte ülkeler, zarar azaltma ve hazırlık aşamaları (Şekil 2.4.2.1) kapsamında alınacak önlemlere ve gerçekleştirilecek müdahalelere odaklanarak çok sayıda gelecek senaryosu oluşturmaya başlamıştır (Endregard ve diğ. 2011). Bütünleşik afet yönetimi sistemine ait her aşama için birden fazla gelecek senaryosunun geliştirilmesi mümkündür (Tablo 2.4.2.1) (Alexander 2000). Afet ve acil durumlara dair olasılıkların tahmin edilmesiyle birlikte belirsizliklere önceden hazırlıklı olunarak, etkili bir afet ve acil durum yönetimi benimsenmesi noktasında gelecek senaryoları büyük bir önem taşımaktadır (Aşcı 2017).



Şekil 2.4.2.1. Bütünleşik afet yönetimi sistemi döngüsü (Bosher ve Chmutina 2017).

Tablo 2.4.2.1. Bütünleşik afet yönetim sistemi aşamalarında senaryo metodolojisinin kullanım örnekleri (Alexander 2000).

Zarar Azaltma Aşaması - Acil durum planlayıcıları için bir eğitim yöntemi olarak senaryo geliştirme - Yapıların ve toplulukların hasar ve yıkıma karşı hassasiyetinin araştırılması ile zarar görabilirliklerinin değerlendirilmesi - Gelecekte yaşanması olası afet ve acil durumlara hazırlık konusunda geçmişte yaşanmış afetlerin etkilerinin ve gerçekleştirilen müdahalelerin yeniden kurgulanması
Hazırlık Aşaması - Acil müdahale personeli için bir eğitim yöntemi olarak senaryo geliştirme - Etkilerin ve müdahalelerin kavramsal modellerini oluşturarak tehlikelerin gelecekteki olası etkilerinin incelenmesi - İzleme ve alarm ekipmanının bir afet veya acil durum esnasındaki olası performansına yönelik senaryolar geliştirme - Uyarı ve tahliye sistemlerinin tasarlanabilmesi için uyarı ve tahliye senaryolarının geliştirilmesi

Tablo 2.4.2.1. (Devamı) Bütünleşik afet yönetim sistemi aşamalarında senaryo metodolojisinin kullanım örnekleri (Alexander 2000).

Acil Müdahale Aşaması • Gelecekte yaşanması olası afet ve acil durumlar sonrası müdahale operasyonlarının gidişatının araştırılması için acil durum müdahalelerinin ve afet planlarının etkinliğinin incelenmesi • Belirli yardım operasyonlarının etkinliğinin ve uygulanabilirliğinin öngörülebilmesi için lojistik senaryolarının geliştirilmesi
İyileştirme Aşaması • Bir afet ve acil durum sonrasında iyileştirme aşamasında öğrenilenler ile zarar azaltma aşamasında kullanılabilmesi için gelecekte yaşanabilecek afetlerde meydana gelebilecek hasarın büyüklüğünü ve yerini tahmin edebilmek ve onarım ihtiyaçlarını hesaplayabilmek için senaryolar geliştirilmesi • Afet sonrası istihdam ve işsizlik modellerine yönelik ekonomik senaryo modellemesinin gerçekleştirilmesi
Yeniden İnşa Aşaması • Yeniden inşayı engelleyen ve kolaylaştıran sosyal ve ekonomik koşulların modellenebilmesi için senaryoların kullanılması • Ekonomi senaryoları aracılığıyla yeniden inşanın finansal ve mali planlamasının gerçekleştirilmesi

Senaryolar aynı zamanda geçmişte yaşanmış afet ve acil durumlardan geriye dönük çıkarımlarda bulunmak amacıyla da kullanılmaktadır (Alexander 2000). 1987 yılında yaşanmış olan Zeebrugge feribot faciası (Pijnenburg ve Van Duin 1990) ve 1883 yılında meydana gelen Krakatoa tsunamisi (Yokoyama 1987) gibi tarihi olaylar anlatsal olarak yeniden kurgulanmıştır. Gelecek senaryolarının geliştirilmesi, geçmişe dair bilgilerin geleceğe aktarılmasından ziyade geçmişten ders çıkararak gelişim sağlamayı içermektedir. Örneğin; terörizm ile ilgili çalışmalar için geliştirilecek senaryoların içeriğinde, Tokyo Metrosu'nda yaşanan sarin saldırısından ve El Kaide tarafından Dünya Ticaret Merkezi'ne yönelik uçaklarla gerçekleştirilen bombalı saldırıdan feyz alınarak bir metroda gerçekleştirilen saldırının yahut uçaklar ile

gerçekleştirilen bir saldırının yer alması, geçmişten ders çıkarılarak elde edilen bilgiler ışığında senaryoların geliştirildiğini ve terör olaylarına yönelik gerçekleştirilecek planlamaların veya müdahalelerin geliştirilmesi noktasında bu senaryoların kullanılabileceğini işaret etmektedir (Aşcı 2017).

2.4.3. Risk Yönetimi Çalışmaları Kapsamında Senaryonun Önemi ve Kullanımı

Senaryolar, geçmişte yaşanmış olaylar ışığında gelecekte yaşanabileceklerin ele alınması konusunda temel bir araç olmasının yanı sıra afet ve acil durumlara yönelik gerçekleştirilen risk yönetimi çalışmaları kapsamında yürütülen mücadele eğitimlerinde ve diğer eğitimlerde de kullanılabilmektedir (Alexander 2000). Janing (1997); paramedik öğrencilerinin, derslerini tamamladıktan sonra üstesinden gelmek zorunda kalacakları olay türlerini açıklamaya yardımcı olan senaryolara dayalı öğretim yöntemlerinden nasıl yararlanılabileceğini açıklamıştır. Afet ve acil durumlara ilişkin risk yönetimi, önceden tahmin edilemeyen öngörmek ve gerekli çalışmaları gerçekleştirmek ile ilgilidir. Bu noktada senaryolar; afet ve acil durum personeli ile bu konuda eğitim alan kişilerin, beklenmedik durumlarla karşı karşıya kaldığında hızlı ve mantıklı bir şekilde düşünerek doğru müdahaleyi gerçekleştirebilmesi konusunda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Afet ve acil durum koşullarının kısıtlamaları altında teorik bilgilerin tatbiki problemlere uygulanması sürecine alışılmasına yardımcı olan senaryolar, teorik eğitim ile uygulamalı eğitim arasındaki boşluğu dolduran çok yönlü bir araçtır (Alexander 2000; Alexander 2017).

Senaryolar; bir afet veya acil durum anında ve sonrasında neler olabileceği, hangi müdahalelerin gerekli olabileceği, kararların ve eylemlerin sonuçları üzerine düşünmeyi teşvik etmektedir. Afet ve acil durumlar ile ilgili senaryolar; ilk bağlamda “Ne oldu?”, ikinci bağlamda ise “...ya olursa?” sorusuna yanıt vermektedir. Geçmişte yaşanmış bir olayın referans alınarak, uyarlanması ve güncelleştirilmesi ile bir gerçeklik modeli oluşturulabilmektedir. Senaryolar ile bir afet veya acil durum anında gerçekleşebileceklere yönelik ışık tutulmaktadır. Bu sayede, kısa sürede doğru kararların verilebilmesini ve çeşitli becerilerin kazanılabilmesini sağlanmaktadır. Bu beceriler arasında; afet ve acil durum ekipmanlarının kullanımı, triyajın etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi ve tahliyenin en kısa sürede yapılması gibi afet ve acil durum

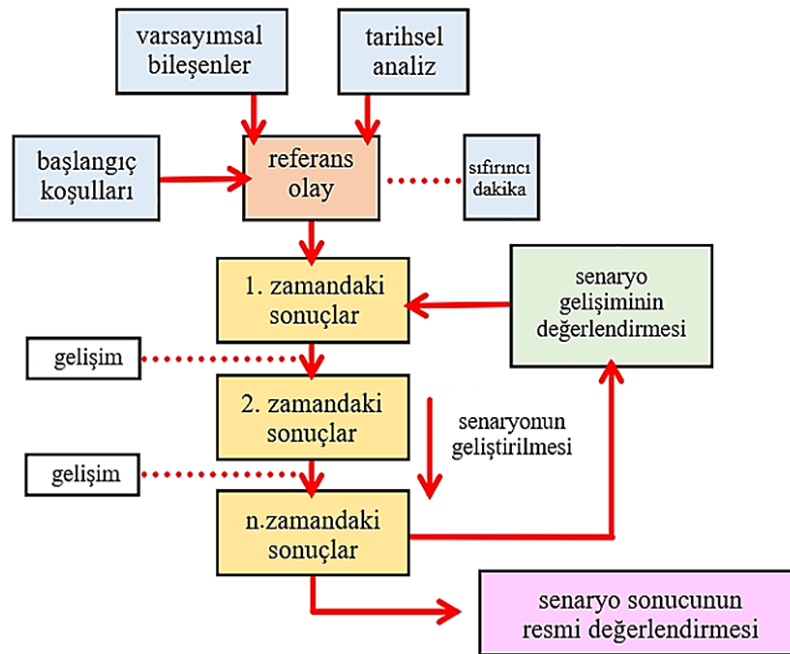
yönetiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesinde rol oynayan etmenler yer almaktadır (Alexander 2000; Alexander 2017).

Afet ve acil durumlar ile mücadele eğitimleri kapsamında gerçekleştirilen ve afet ve acil durumların en komplike simülasyonu niteliğindeki tatbikatlarda senaryoların kullanımı büyük bir öneme sahiptir (Drabek ve Hoetmer 1991; OEM 1997). Belirli aralıklarla gerçekleştirilen afet ve acil durum tatbikatlarında, genellikle bölgede gerçekleşebilecek en kötü senaryolar kullanılmaktadır. Senaryoların kullanıldığı masa ve saha tatbikatlarında belirli bir role sahip olan her bir kişinin, afet ve acil durum yönetim ilkelerini uygulayarak öğrenmesi söz konusudur. Bu bağlamda; afet ve acil durumlar ile ilgili senaryoların, hem afet ve acil durum yönetimi ile ilgili bölümlerde okuyan öğrencilerin eğitimi hem de aktif olarak çalışan afet ve acil durum personelinin bilgi tazeleme eğitimi kapsamında gerçekleştirilen teorik ve uygulamalı eğitim arasında köprü niteliği gören bir öğretme aracı olduğu ifade edilebilmektedir (Alexander 2000).

Senaryo metodolojisinin en kapsamlı kullanımı, acil durum planlaması da dahil olmak üzere planlamaları kolaylaştırmayı içermektedir (Ringland 1998). Afet ve acil durumlar ile ilgili geliştirilen senaryolar, afet ve acil durumlar ile mücadele konusunda gerekli imkân ve kaynakların miktarını, niteliğini ve nasıl kullanılmalrı gerektiğini afet ve acil durum yöneticileri tarafından açıkça görülmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, afet ve acil durum planlarının oluşturulması ve formüle edilmesinde senaryolar bir temel oluşturmaktadır. Afet ve acil durum ve risk azaltma planlarında senaryoların kullanımı, gelecek zamanda neler yaşanabileceğine dair bir rehber olarak karakterize edilen geçmişte yaşanmış olayların etkileri ile ilgili fiziksel belirteçlerin ele alınmasını ve güncel koşullardaki beşeri çevre ve risk altındaki nüfusa uygulanmasını içermektedir (Alexander 2000). Ülkemizin 81 ili için ayrı ayrı hazırlanan İl Risk Azaltma Planları (İRAP) kapsamında geliştirilmiş olan senaryolar, geçmişte meydana gelmiş olaylar ve etkileri dikkate alınarak muhtemel ve en kötü senaryo şeklinde oluşturulmuşlardır (AFAD 2020).

Afet ve acil durum ve risk azaltma planları kapsamında senaryoların geliştirilmesi, gelecekteki olayların seyri hakkında çıkarımlar yapabilmek için yakın geçmişte yaşanmış olayların referans olay olarak ele alınmasını ve incelenmesini

içermektedir (Şekil 2.4.3.1). Bu noktada senaryoların başlangıç bileşenleri, referans olayın parametreleridir. Etkilenen alan ve nüfus, süre, etkilerin ciddiyeti vb. gibi temel değişkenler açısından gelecekteki bir afet veya acil durumun fiziksel nedenini temsil edebilen bir olay referans alındıktan sonra mevcut veya gelecekteki koşullara uyarlanabilmektedir. Senaryo; demografi, yerleşim, risk azaltma önlemleri ve planlardaki değişiklikleri yani referans olayın meydana gelmesinden bu yana bölgede gerçekleşen önemli gelişmeleri kapsayabilmektedir. Afet ve acil durum planlaması için geliştirilen senaryolar ile kusursuz bir tahminlemeden ziyade planda ana hatları ile belirtilen afet ve acil durumlara yönelik gerçekleştirilecek müdahaleler için bir temel oluşturulması amaçlanmaktadır. Yerel ölçekte mevcut olan her türlü tehlikeye ait etkilerin genel bir resminin çizilmesi ve bu tehlikeler ile mücadele edilebilmesi için gerekli eylemlerin tespit edilmesi senaryolar ile mümkündür (Alexander 2017).



Şekil 2.4.3.1. Acil durum planlamasında senaryo metodolojisinin kullanımı (Alexander 2017).

Afet ve acil durum planlama senaryoları geliştirilirken, planın kapsadığı alanda bilinen tüm tehlikelere ait bir risk kaydının oluşturulmuş olması önemlidir. Risk kaydı

oluşturulurken; doğal, teknolojik, sosyal ve kasıtlı olarak farklı tehlikelerin listelenmesi ve bu tehlikelerin olası büyüklük ve sıklıklarının araştırılması gerekmektedir. Farklı tehlikeler ve riskleri arasındaki ilişki değerlendirilmelidir. Sebep-sonuç zinciri veya ardışık afetler şeklinde birbirlerini etkilemeleri ve ikincil tehlikelerin birincil tehlikelerden daha ciddi sonuçların oluşmasına sebebiyet vermesi gibi detaylar risk kaydı oluşturulurken dikkate alınmalıdır. Afet ve acil durum ve risk azaltma planları kapsamında, risk kaydına ait bileşenlerin birbirleriyle ilişkili tehlikeler olarak ele alınmasında ve bu tehlikelerin eşzamanlı, ardışık ve bileşik etkilerinin incelenmesinde senaryoların büyük bir kolaylık sağlaması söz konusudur (Alexander 2017). Çünkü senaryolar, tehlike ve risk haritaları ile birlikte yorumlanarak değerlendirilebilmektedir. Ayrıca çok sayıda senaryonun geliştirilmesi, afet ve acil durum veya risk azaltma planları kapsamında belirlenen tehlikelere ve risklerine yönelik eylem oluşturma aşamasında da kolaylık sağlamaktadır (AFAD 2020).

Risk yönetimi çerçevesinde, olası afet ve acil durumlara yönelik hazırlanan planların yanı sıra askeri imkan ve kabiliyetlerin planlanması adına hazırlanan uzun vadeli savunma planları için de senaryolar geliştirilmektedir. Bu planlarda yer alan senaryolar, geçmişte yaşanmış olaylar ve etkilerinden yola çıkarak geliştirmek yerine modelleme yöntemlerinden GMA yöntemi kullanılarak geliştirilmektedir. Norveç ve İsveç'in uzun vadeli savunma planlaması kapsamında hazırlanan senaryolar, GMA prosedürleri doğrultusunda oluşturulan morfolojik modeller aracılığıyla geliştirilmiştir. Risk yönetimi çalışmalarında yer alacak senaryoların, geçmişte yaşanmış olayların referans olay olarak ele alınmasını ve incelenmesini içeren tarihsel analize bağlı kalınmadan, senaryo geliştirmek için en uygun yöntem olarak nitelendirilen GMA aracılığıyla da geliştirilmeleri mümkündür (Johansen 2006; Johansen 2022; Johansen 2017; Eriksson ve Ritchey 2005).

2.5. Bilimsel Model ve Modelleme Yöntemleri

Model kelimesi son derece belirsiz nitelikte olup tek tip bir terminolojiye sahip değildir. Bir sistem veya bir teori gibi bir model kavramı da, temelde sınırsız bir alanı kapsayan bir kavramlar sınıfına aittir. Bu kavramların açık uçlu yapısı, onlara hem kapsamlı hem de kesin bir tanım vermeyi zorlaştırmaktadır. Bilim felsefesi açısından,

model kavramı genellikle “temsil” kavramına dayanmaktadır. Model, modellenen şeyin matematiksel, sembolik veya kavramsal bir temsidir (Ritchey 2018; Koperski 2016).

Model kavramı, bileşenler ve yapısı (değişkenler ve bağlantılar) ile oluşturma yöntemi (analiz ve sentez) temelinde tanımlanmaktadır. Bir model tanımlanırken iki kritere dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Birinci kriter, bir modelin bir dizi durumu veya değeri destekleyebilen değişkenler olarak işlev gören iki veya daha fazla yapıya sahip olması gerektiğidir. Değişkenler, kişinin ele almak istediği ve geliştirilecek modelleme alanının boyutlarını oluşturan gerçekliğin veya soyut sistemin yönlerini temsil etmektedir. Bu değişkenler, modelin parametreleri olarak nitelendirilmektedir. Parametre terimi, resmi matematiksel anlamından ziyade sistem bilimi anlamında kullanılmakta olup bir sistemi tanımlayan ve davranışını belirleyen veya bir deneyde değiştirilebilen bir dizi faktörden biri anlamında kullanılmaktadır. İkinci kriter ise, farklı parametreler arasında yer alan herhangi bir parametrenin diğer parametrelerden en az birine “bağlantılı” olacak şekilde nedensel, istatistiksel, mantıksal, şekilsel veya normatif bir ilişki kurulabiliyor olmasıdır (Ritchey 2012a; Ritchey 2018; Ritchey 2019).

Bir model, yukarıda belirtilmiş olan iki kriter temelinde beş özelliğe sahiptir (Ritchey 2012a; Ritchey 2018):

1. Değişken türü: Değişkenlerin etki alanları (a) sürekli mi, (b) kesikli mi yoksa (c) belirtilmemiş mi (kara kutular)?
2. Bağlantıların yönlülüğü: Değişkenler arasındaki bağlantılar (a) yönlendirilmiş (asimetrik) mi yoksa (b) yönlendirilmemiş (simetrik) mi?
3. Bağlantının nicelleştirmesi: Değişkenler arasındaki bağlantı (a) nicelleştirilmiş mi, (b) nicelleştirilmemiş mi?
4. Döngüsel ilişkiler: Model, (a) değişkenler arasında döngüsel bağlantıya (kapalı döngüler, dairesel geri bildirim) izin veriyor mu, yoksa model (b) döngüsüz mü?
5. Bağlantı türü: Değişkenler arasındaki bağlantıların türü nedir? Örneğin; (a) matematiksel/fonksiyonel mi, (b) olasılıksal mı, (c) yarı-nedensel mi (örneğin,

yalnızca belirtilen etki) veya (d) nedensel olmayan mı (örneğin; mantıksal, normatif)?

Değişkenler ve bağlantılar, tekrarlayan analiz ve sentez aşamalarını içeren bir süreç sonucunda bir modele dönüştürülmektedir. Analiz aşamasında modelin ilk problem uzayını temsil eden değişkenler ve ilgili alanları formüle edilirken, sentez aşamasında modelleme uzayını bağlayan ve onun topolojik özelliklerini belirleyen parametreler arasındaki bağlayıcı ilişkiler tanımlanmaktadır. Aynı zamanda sürecin sonunda toplam modelleme uzayı, sonuç veya çözüm uzayını oluşturmak için sınırlandırılmış olur. Bu bağlamda bir modelin temel çerçevesi; modelin yapısına, vurgulanacak uzayın özelliklerine ve uygulama alanına bağlı olarak parametre uzayı, konfigürasyon uzayı veya GMA durumundaki bir morfofizik uzay gibi n boyutlu bir uzaydır (Ritchey 2018).

Modelleme yöntemleri, dinamik ve statik olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilmektedir (Tablo 2.5.1). Dinamik modelleme yöntemlerinde, değişkenler açıkça tanımlanmaktadır ve alanları belirlenmektedir. İlgili alanların arasındaki bağlantı, değişkenler arasındaki bağlantıyı belirtmektedir. Bu durumda dinamik modelleme yöntemleri ile oluşturulan modellerde, bir veya daha fazla değişkenin “bağımsız” değişken olarak ele alınmasıyla yani girdi olarak nitelendirilmeleriyle, kalan “bağımlı” değişkenlerin çıktı olmalarıyla karşılaştırmalar yapılabilmektedir ve sonuçlar değerlendirilebilmektedir. Sistem Dinamiği Modeli (SDM), Bayes Ağ Modeli (Bayesian Network Model / BNM) ve GMA dinamik modelleme yöntemleri dahilindedir. Statik modelleme yöntemlerinde, değişkenler açıkça tanımlanmayıp kara kutular olarak ele alınmaktadır. Bağlantı yapısı grafikler aracılığıyla gösterilmektedir ve dinamik girdi-çıkı değişkenliği söz konusu değildir. Genellikle bu tür modelleme yöntemleriyle oluşturulan modeller; çizelge, grafik ve diyagram olarak adlandırılmaktadır. Akış şemaları ve klasik etki diyagramları statik modelleme yöntemleri dahilindedir (Ritchey 2018).

Tablo 2.5.1. Bazı modelleme yöntemleri ve özellikleri (Ritchey 2018; Ritchey 2012a).

	Modelleme Yöntemi	Değişken Türü	Bağlantıların Yönlülüğü	Bağlantıların Nicelleştirilmesi	Döngüsellik	Değişkenler Arasındaki Bağlantıların Yapısı
DİNAMİK MODELLEME YÖNTEMLERİ	Morfolojik Model (Genel Morfolojik Analiz / GMA)	Kesikli	Hayır	Hayır	Evet	Nedensel Olmayan (Mantıksal/ Normatif)
	Sistem Dinamiği Modeli (SDM)	Sürekli	Evet	Evet	Evet	Matematiksel
	Bayes Ağ Modeli	Sürekli – Kesikli	Evet	Evet	Hayır	Olasılıksal
STATİK MODELLEME YÖNTEMLERİ	Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)	Belirtilmemiş	Evet	Hayır	Hayır	Nedensel Olmayan
	Karar Ağacı (KA)	Belirtilmemiş	Evet	Evet	Hayır	Olasılıksal

2.5.1. Morfolojik Model (Genel Morfolojik Analiz / GMA)

Antik Yunancaya ait *morphê* kelimesinden türetilen morfoloji terimi, şekil veya form anlamına gelmektedir. Morfoloji genel anlamda, bir nesnenin parçalarının şekli ve düzenlenmesi ile birlikte bir bütün oluşturulurken bu nesnelerin uyumlu olmasıyla ilgili olan biçim veya model çalışması olarak tanımlanmaktadır.

Günümüzde morfoloji, öncelikli olarak nicelik yerine biçimsel yapının temel bir konu olduğu bilimsel disiplinlerle ilişkilendirilmektedir. Anatomi, jeoloji, dilbilim ve botanik gibi disiplinlerde nesneler ve fenomenler arasındaki yapısal ilişkiyi modellemek için morfolojik analiz iyi bir yöntem olarak kabul görmüştür (Ritchey 2019; Johanssem 2017; Ritchey 2013).

California Institute of Technology (CalTech)'de astrofizik profesörü olan İsviçre doğumlu Fritz Zwicky (1898–1974) çok boyutlu, ölçülemeyen problem komplekslerinde bulunan ilişkilerin toplam setini yapılandırmak ve araştırmak adına 1940'lı yılların sonunda, günümüzde Genel Morfolojik Analiz olarak adlandırılan genelleştirilmiş morfolojik analiz yöntemini geliştirmiştir (Zwicky 1969; Ritchey 2019). Geliştirdiği yöntemi; astrofiziksel nesnelerin sınıflandırılması, jet ve roket sevk sistemlerinin geliştirilmesi, uzay yolculuğu ve kolonizasyonun yasal yönleri gibi çok çeşitli alanlara uygulamıştır. Morfolojik Araştırma Derneği'ni kurmuştur ve 1940'lı yıllardan 1974 yılındaki ölümüne dek morfolojik yaklaşımı geliştirmek adına çaba göstermiştir (Ritchey 2019; Ritchey 2007).

Yakın geçmişte, ABD ve Avrupa'da morfolojik analiz yöntemi bir dizi araştırmacı tarafından politika analizi ve gelecek çalışmaları alanında kullanılmıştır. 1995 yılında morfolojik analiz yöntemini desteklemek adına İsveç Savunma Araştırma Ajansı (Swedish Defence Research Agency / FOI)'nda çalışan Dr. Tom Ritchey tarafından gelişmiş bir bilgisayar uygulaması olan Bilgisayar Destekli Senaryo ve Sorun Değerlendirme Rutini'ni (İng. Computer Aided Scenario and Problem Evaluation Routine / CASPER) geliştirilmiştir. Karmaşık politika ve planlama konularını yapılandırmak, senaryo ve strateji laboratuvarları geliştirmek, organizasyonel ve paydaş yapılarını analiz etmek için morfolojik analiz ve CASPER'in farklı sürümleri kullanılarak yaklaşık 100 proje yürütülmüştür (Ritchey 1997; Ritchey 1998, Eriksson ve Ritchey 2002; Ritchey 2007; Ritchey 2019). CASPER, GMA'nın işlevselliğini ve uygulama alanlarını önemli ölçüde genişletmiştir ve nicelleştirilmemiş çıkarım modellerinin oluşturulması konusunda yardımcı uygulama olarak kullanılmaya devam edilmektedir (Ritchey 2019; Ritchey 2007).

Temel olarak GMA, belirli bir problem kompleksinde veya senaryoda yer alan olası ilişkileri tanımlama ve inceleme yöntemidir. Yaratıcı bir şekilde analiz

yapılmasını sağlayan bu yöntem, senaryolar geliştirilirken de kullanılmaktadır. GMA süreci, bir bilimsel model geliştirmede temel yöntem olan tekrarlayan analiz ve sentez aşamaları ile gerçekleştirilmektedir (Ritchey 2019; Ritchey 2013; Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Morfolojik süreç, herhangi bir teorik iddiada bulunmamakla birlikte belirli bir fenomeni neden sonuç ilişkileri açısından açıklama iddiasında da bulunmamaktadır. Morfolojik süreç ile elde edilebilecek tek bilgi, belirli bir çözümün gerçekte var olabilecek bir şeyle ilgili olup olmadığı yani tutarlı olup olmadığıdır. Bu bağlamda morfolojik analiz veya GMA, bir analiz ve modelleme aracı olmakla birlikte bir problem yapılandırma aracıdır (Johansen 2017). Diğer modelleme türlerine kıyasla GMA çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Birleştirici olunmasını ve yeni ilişkiler veya konfigürasyonların keşfedilmesini amaçlayan GMA, problem kompleksine ait farklı parametrelerin sınırlarının ve uç noktalarının tanımlanmasını ve araştırılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda GMA, multidisipliner çalışma grupları arasında bilimsel iletişimin sağlanması konusunda da yardımcı olmaktadır (Ritchey 2006a; Ritchey 2006b).

GMA, tekrarlayan analiz ve sentez aşamalarıyla gerçekleştirilen ve bir problem kompleksini “parametreleştirme veya parametrelerle ifade etme” şeklindeki temel bilimsel yöntem üzerine inşa edilmiştir. GMA ile simpleks (tek yönlü veya basit) ve dupleks (çift yönlü) modeller oluşturulabilmektedir. Bu terimlerin, geometri ve topolojiden alındığı belirtilmektedir. GMA aracılığıyla geliştirilen simpleks model, hepsi aynı bağlamda veya aynı uygunlukta olan birtakım boyuttan oluşmaktadır. Simpleks modelleme ile senaryo geliştirme modelleri, strateji modelleri veya organizasyon yapısı oluşturulabilmektedir. GMA aracılığıyla geliştirilen dupleks modelde, bir bağlamı veya bir çerçeveyi temsil eden bir dizi parametre girdi veya başlangıç koşulları olarak ele alınabilmektedir ve başka bir bağlamı temsil eden başka bir parametre seti de çıktı veya sonuç koşulları olarak ele alınıp karşılaştırmalar yapılabilmektedir (Şekil 2.5.1.1). Bu tür bağlantılı modellerde kesin olarak belirlenmiş bağımsız veya bağımlı değişkenler söz konusu değildir. Herhangi bir parametre veya parametre seti bağımsız ve bağımlı olarak belirlenip her şey girdi veya çıktı olarak seçilebilmektedir. Dupleks modelleme ile senaryolar ve stratejiler modeli, organizasyon yapısı ve stratejiler gibi modeller oluşturulabilmektedir (Ritchey 2011; Teles 2022).

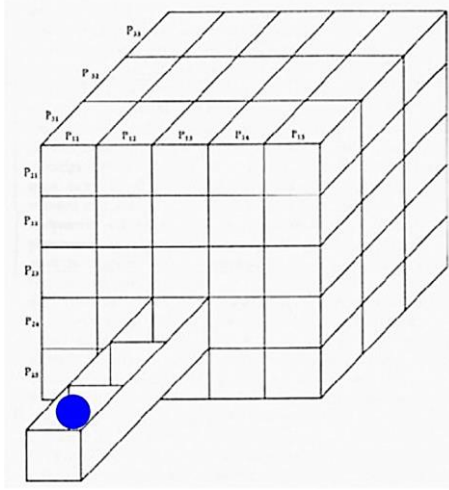
A	B	C	D	E	F
A1	B1	C1	D1	E1	F1
A2	B2	C2	D2	E2	F2
A3	B3	C3	D3	E3	F3
		C4		E4	F4

Şekil 2.5.1.1. Bir morfolojik modelde girdi (kırmızı) seçimi ve çıktı (mavi) seçimi örneği (Teles 2022).

GMA'nın analiz aşaması, incelenecek problem kompleksine ait en önemli parametrelerin belirlenmesi ve tanımlanması ile başlamaktadır ve her bir parametre ile ilgili değerler veya koşullar aralığının belirlenmesi ile devam etmektedir. Problem kompleksine ilişkin her bir parametre ve her bir parametreye ait değerler eksiksiz bir şekilde tanımlanmalıdır (Ritchey 2007; Johansen 2017). Parametreleri ve değerlerini belirlemenin ve tanımlamanın sonsuz sayıda yolu mevcuttur. Ancak bu konuda kabul görmüş bir yöntem söz konusu değildir. Stenstörn (2013)'e göre iyi belirlenmiş parametreler; eşit derecede önemli, özet halinde, kolay anlaşılır, birbirinden bağımsız fakat birçok içsel bağlantıya sahiptir. Parametrelere ait değerler ise, birbirleriyle hiç örtüşmeyecek ya da en az örtüşmeye sahip olacak şekilde tanımlanmalıdır. Parametreler için tanımlanan değerler, parametrelerin tüm olası durumlarını kapsamalıdır (Stenstörn 2013).

GMA'da problemin, parametreleri ve değerleri ile temsil edilebilmesi için bir morfolojik alan kullanılmaktadır (Eriksson ve Ritchey 2005). "Zwicky kutusu" olarak da bilinen bir morfolojik alan veya morfolojik kutu, n boyutlu bir matriste yer alan paralel sütunlarda parametrelerin yan yana konumlandırılmasıyla oluşturulmaktadır (Şekil 2.5.1.2) (Ritchey 2013; Ritchey 2007). Morfolojik matrisin yatay ekseninde yer alan parametreler, hedeflenen amacın bileşenlerini temsil etmektedir. Dikey ekseninde yer alan değerler ise her bir parametrenin yapısını tanımlamaktadır (Şekil 2.5.1.3). Parametrelerin her biri değerleriyle birlikte morfolojik kutunun bir sütununda

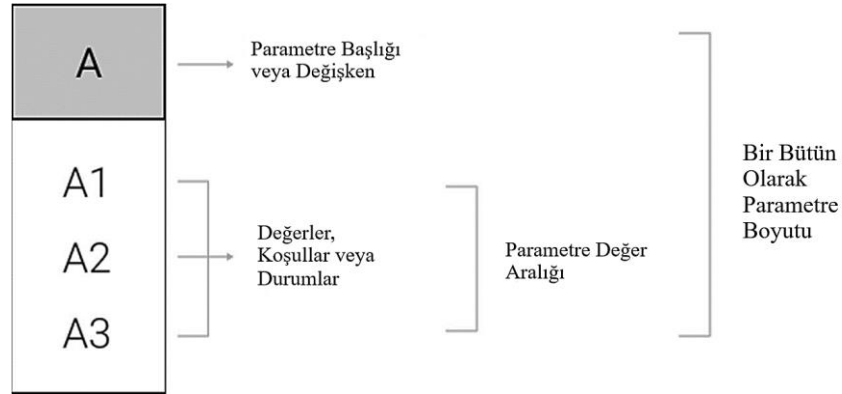
gösterilmektedir (Tablo 2.5.1.1) (Kangand ve Lansey 2012). Her parametre için değerlerin belirlendiği bir konfigürasyonda, parametrelerin her biri için ilgili değerler vurgulanarak gösterilmektedir. Tablo 2.5.1.1'deki konfigürasyon, X3-Y4-Z1 ile karakterize edilmektedir. Bu konfigürasyon, yer aldığı morfolojik alandaki $5 \times 5 \times 3 = 75$ olası konfigürasyondan sadece biridir (Eriksson ve Ritchey 2005). Morfolojik analizde parametre değerlerinin kombinasyonlarına sahip bir matris, bir sorunu (Kangand ve Lansey 2012) veya bir sorunun çözümünü (Johansen 2017; Ritchey 2003) temsil etmektedir. Analiz aşamasının sonucunda ele alınan probleme ilişkin morfolojik alan elde edilmiş olur (Eriksson ve Ritchey 2005).



Şekil 2.5.1.2. 75 ($5 \times 5 \times 3$) hücre içeren tipolojik biçimdeki 3 parametrelili “Zwicky Kutusu” (Zwicky 1969; Ritchey 2013).

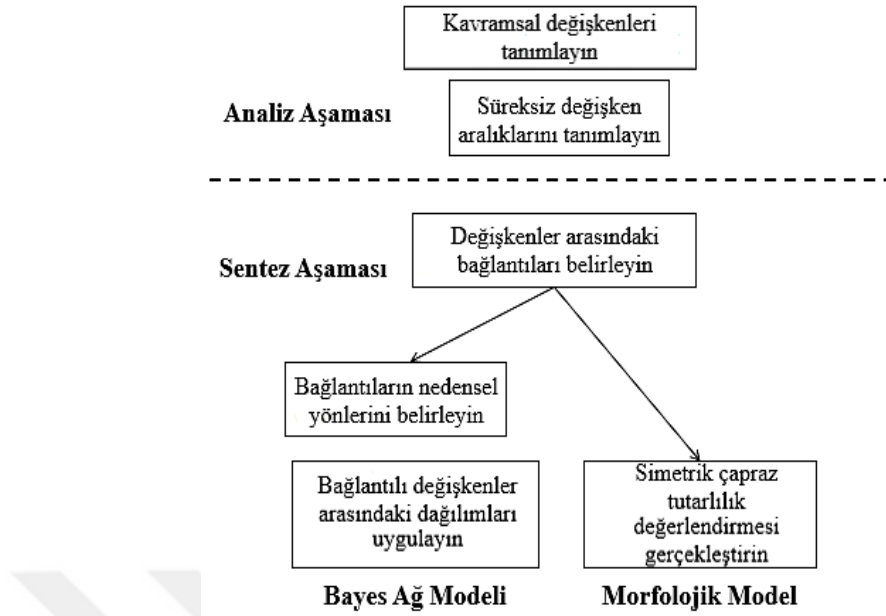
Tablo 2.5.1.1. Morfolojik biçimdeki 3 parametrelili alan (Mavi renkle vurgulanmış konfigürasyon, Şekil 2.5.1.1'deki mavi işaretli hücreye karşılık gelmektedir) (Ritchey 2013; Eriksson ve Ritchey 2005).

X Parametresi	Y Parametresi	Z Parametresi
X1	Y1	Z1
X2	Y2	Z2
X3	Y3	Z3
X4	Y4	Z4
X5	Y5	Z5



Şekil 2.5.1.3. Parametre terminolojisi (Ritchey 2011; Ritchey 2015; Teles 2022).

Morfolojik alan, ele alınan problem kompleksine ilişkin tüm problem uzayını içermektedir. Parametre setine bağlı olarak oluşturulabilecek tüm konfigürasyonlar problem uzayı dahilindedir. Aynı zamanda problem uzayı, parametre değerlerinin birbirleriyle tutarsız konfigürasyonlarını da içermektedir. Bu nedenle, parametre değerlerine ait tutarsız veya çelişkili konfigürasyonların azaltılması gerekmektedir ve bir çözüm uzayı oluşturabilmek amacıyla tüm morfolojik alanın kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir (Johansen 2017). Bu noktada, morfolojik alandaki hangi konfigürasyonların uygun, olası veya tutarlı olduğunu ve hangilerinin olmadığını belirlenebilmesi için alandaki tüm konfigürasyonlar incelenmelidir (Ritchey 2019). Sadece tutarlı olarak nitelendirilen konfigürasyonları içeren ve problem uzayının düzenlenmiş bir alt kümesi olan çözüm uzayının oluşturulabilmesi için GMA'nın sentez aşaması dahilindeki Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi (ÇTD)'nin gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Şekil 2.5.1.4) (Johansen 2017; Ritchey 2019).



Şekil 2.5.1.4. Bayes ağ modeli ve morfolojik modelin geliştirilme adımları (Ritchey 2018).

2.5.1.1. Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi (ÇTD)

Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi'nin amacı, çözüm uzayını temsil eden dahili olarak tutarlı konfigürasyonları bulabilmek için dahili olarak çelişkili veya farklı bir şekilde uyumsuz olan tüm ilişkileri belirlemek ve problem uzayından çıkarılmasını sağlamaktır. Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi süreç olarak, problem uzayının detaylı bir şekilde incelenmesini ve kavramların netliğinin ve tutarlılığının kontrol edilmesini sağlamaktadır (Ritchey 2015). Leibniz bu süreci, “kombinatorik ile sentez” olarak adlandırırken, Zwicky “çelişki ve azaltım ilkesi” olarak adlandırmaktadır. Matematikte ise ÇTD, “varoluşsal kombinatorik” olarak anlam bulmaktadır (Ritchey 2018).

ÇTD’de bir morfolojik alandaki tüm parametre değerleri, çapraz etki matrisi şeklinde ikili olarak birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Her bir değer çifti incelenirken tutarlı bir ilişkiyi temsil edip etmedikleri konusunda bir karara varılmalıdır. (Ritchey 2006a; Lantada, Carreño ve Jaramillo 2020). Çapraz Tutarlılık Matrisi (ÇTM), temelde ilişkisel bir veri tabanı olmakla birlikte ÇTD süreci için bir muhasebe tablosu

işlevi görmektedir (Şekil 2.5.1.1.1). Bir morfolojik alandaki parametre sayısı N ise, bu morfolojik alana ait Çapraz Tutarlılık Matrisi'ndeki parametre bloklarının sayısı $\frac{1}{2}N(N-1)$ 'dir. ÇTD süreci, iki değerlendirme aşaması içermektedir. İlk olarak, sadece bağlı parametrelerin değerlendirilebilmesi için $\frac{1}{2}N(N-1)$ parametre çiftlerinden hangilerinin bağlı olduğu belirlenmelidir. İkinci aşamada ise uyumsuz değer çiftleri tanımlanmalı ve işaretlenmelidir (Ritchey 2012b; Ritchey 2015). Belirli bir değer çiftinin uyumsuz olduğu ya da birbirleriyle çelişkili olduğu bir durumda, bu değer çiftini içeren tüm konfigürasyonlarda kendi içinde tutarsız olacaktır. Bu noktada, yön ve nedensellikten ziyade yalnızca karşılıklı tutarlılığa vurgu yapılmaktadır. (Ritchey 2013; Ritchey 2018; Ritchey 2019). ÇTD'de tutarlı değer çiftlerinin tanımlanabilmesi için üç temel kısıtlama türü mevcuttur. Birincisi, ampirik kavramlar içermeyen ve yalnızca kavramların arasındaki biçimsel ilişkilerin doğası ile ilgili olan biçimsel (mantıksal veya analitik) çelişkiler, ikincisi ampirik gerekçelerle son derece olasılık dışı veya mantıksız kabul edilen ampirik tutarsızlıklar ve sonuncusu etik veya politik gerekçelerle reddedilen ilişkilerin olduğu normatif kısıtlamalardır (Ritchey 2013; Ritchey 2015; Ritchey 2018; Ritchey 2019).

		P 1				P 2				P 3				P 4		
		P1v1	P1v2	P1v3	P1v4	P2v1	P2v2	P2v3	P2v4	P3v1	P3v2	P3v3	P3v4	P4v1	P4v2	P4v3
P 2	P2v1															
	P2v2															
	P2v3															
	P2v4															
P 3	P3v1															
	P3v2															
	P3v3															
	P3v4															
P 4	P4v1															
	P4v2															
	P4v3															
P 5	P5v1															
	P5v2															
	P5v3															
	P5v4															

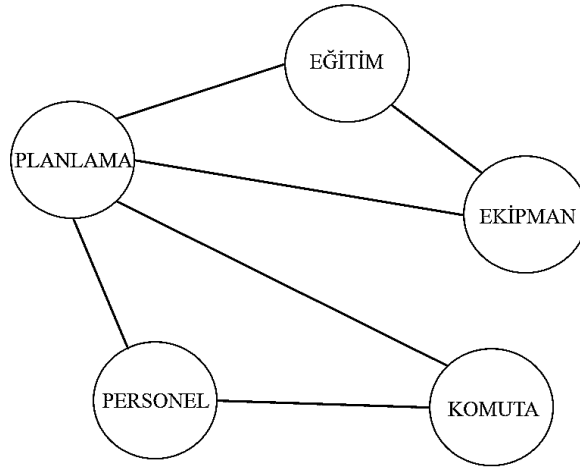
Şekil 2.5.1.1.1. $4 \times 4 \times 4 \times 3 \times 4 = 768$ olası konfigürasyona sahip beş parametrelili bir morfolojik alanın, 10 parametre bloğu ve 144 çapraz tutarlılık hücresi içeren Çapraz Tutarlılık Matrisi (Ritchey 2015).

ÇTD sürecinin ilk aşamasında bağlantılı parametreler belirlenmektedir ve bir morfolojik alandaki iki parametre, ilgili değer aralıklarındaki bir veya daha fazla değer

çiftinin uyumsuz olması gibi doğrudan birbirlerine kısıtlamalar getirdiği durumda “bağlı” olarak nitelendirilmektedir. Başka bir ifadeyle, A parametresinin değer aralığındaki değerler değiştirildiğinde ve bu değerlerden biri veya daha fazlası B parametresinin herhangi bir değeri ile uyumsuz olduğunda bu iki parametre doğrudan birbirleriyle bağlıdır. Bu bağlamda, ÇTM’deki her bir parametre bloğu detaylı bir şekilde incelenmelidir ve her blok için “Bu iki parametre arasında ‘doğrudan’ bir ilişki var mı?” sorusuna net bir şekilde yanıt aranmalıdır. Şekil 2.5.1.1.2’de HazMat olaylarına hazırlık amacıyla geliştirilen bir modeldeki birbirleriyle doğrudan bağlantılı parametre blokları mavi renkle gösterilmiştir. Şekil 2.5.1.1.3’te ise bu parametrelerin arasındaki bağlantı, polis diyagramı olarak da bilinen yönlendirilemeyen basit bir grafik biçiminde gösterilmiştir. GMA, doğrusal bir prosedürden ziyade yinelemeli bir tasarım sürecine sahiptir. Sürecin herhangi bir noktasında parametrelerin anlamları ve değerleri değişebilmektedir. Bu nedenle, yeni ilişkiler ortaya çıkabilmektedir ve tüm alanın yeniden değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Bu noktada, belirli parametre çiftlerinin doğrudan bağlantılı olma durumunun kesinlik kazanabilmesi için ÇTD’nin ikinci aşaması olan dahili tutarlılık değerlendirmesi gerçekleştirilmelidir ve değerlendirme anahtarları ile işaretlenmelidirler (Ritchey 2012b; Ritchey 2015).

		PLANLAMA/PLANLAR	EGİTİM VE ÖĞRETİM	PERSONEL	MEVCUT EKİPMAN
		Tam hazırlık planı	Ortak genel eğitim	11 veya daha fazla	Özel bir durum için temel ekipman
		Özel bir durum için müdahale planı	Özel durum için eğitim	8 – 10	Özel durum için özel ekipman
		Özel bir durum için standart rutin	Temel eğitim + düzenli eğitim	5 – 7	Özel durum için temel ekipman
		Genel durum için standart rutin	Sadece temel eğitim	4 veya daha az	Özel bir durum için temelden daha az ekipman
		Yalnızca uyarı planı	Ortak genel eğitim		
		Ortak genel eğitim	Özel durum için eğitim		
		Temel eğitim + düzenli eğitim			
		Sadece temel eğitim			
		11 veya daha fazla			
		8 – 10			
		5 – 7			
		4 veya daha az			
		Özel durum için özel ekipman			
		Özel durum için temel ekipman			
		Özel bir durum için temelden daha az ekipman			
KOMUTA SEVİYESİ	Seviye 4				
	Seviye 3				
	Seviye 2				
	Seviye 1				

Şekil 2.5.1.1.2. Bir HazMat modelindeki doğrudan bağlantılı parametre blokları (Ritchey 2015).



Şekil 2.5.1.1.3. Bir HazMat modelindeki doğrudan bağlantılı parametrelere ait grafik (Ritchey 2015).

Ritchey (2015), ÇTD sürecinde her bir parametre bloğuna dahili tutarlılık değerlendirmesi gerçekleştirmeden önce parametreler arasındaki bağlantının belirlenebilmesi için sorulan sorunun tekrar incelenmesini önermektedir ve sorunun cevabına göre değer çiftlerinin Çapraz Tutarlılık Matrisi'ndeki hücrelerinin uygun değerlendirme anahtarlarından biriyle işaretlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Değerlendirme anahtarları için kullanılan semboller, 1995 yılında morfolojik analiz için geliştirilen yazılımın programlanma aşamasında seçilmiş olup üç temel kısıtlama türü ve üç temel kısıtlama derecesini temsil etmektedir. Tablo 2.5.1.1.1'de değerlendirme anahtarlarına ilişkin açıklayıcı bilgiler yer almaktadır (Ritchey 2015). Değerlendirme anahtarlarının kullanımına ilişkin belirli yaş ve ağırlık değerlerinin karşılaştırıldığı varsayımsal bir örnekte, bazı yaş ve ağırlık değerleri arasında bazı kısıtlamalar beklenmektedir. Bu varsayımsal örnekte, imkansız anlamına gelen “X” ve oldukça uç değer anlamına gelen “?” veya “K”, değer çiftleri arasındaki kısıtlamaları ifade ederken; sol üst köşeden sağ alt köşeye kadar mümkün anlamındaki “—” içeren alan ise ilişkinin ana dizisini temsil etmektedir (Şekil 2.5.1.1.4) (Ritchey 2012b; Ritchey 2006a). Kısıtlama “derecesi”, kısıtlamanın ne ölçüde olduğu ile ilgilidir. GMA'nın kurucusu Zwicky ve Zwicky'den sonra GMA'nın geliştirilmesini sağlayan Rhyne, değer çiftleri arasındaki ilişkilerde “mümkün” ve “imkansız” olmak üzere

yalnızca iki derece kısıtlama kullanmışlardır. Ancak, kısıtlama türlerine ilişkin herhangi bir ayırım kullanmamışlardır (Ritchey 2015; Zwicky 1969; Rhyne 1981). Zwicky ve Rhyne, ÇTD işlemini bir bilgisayar programı kullanmadan, manuel olarak gerçekleştirmişlerdir. Morfolojik analiz sürecinin ÇTD aşamasının Ritchey tarafından geliştirilmiş olan bilgisayar programı aracılığıyla gerçekleştirilmesi, ilave ayrımların uygulanmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu program ile ÇTD'nin zaman alıcı bir işlem olmasının önüne geçildiği belirtilmektedir (Ritchey 2015; Ritchey 2006b; Johansen 2017).

Tablo 2.5.1.1.1. Değerlendirme anahtarları (Ritchey 2015; Ritchey 2012b).

→ Tür Derece	Biçimsel	Ampirik	Normatif
– (tire)	Mümkün	İyi uyum veya optimal	Sorun yok, hatta istenilen durum
K veya ?	Mümkün	İmkansız değil ancak uygun ve pek mümkün değil veya zoraki	Tartışmalı, sorunlu durum
X	İmkansız (biçimsel çelişki)	İmkansız veya uygulanabilir değil. Örneğin, doğa kanunlarına vb. aykırıdır.	İşlevsel olarak veya etik / ahlaki gerekçelerle kabul edilemez

		Ağırlık (Kg)			
		< 20	20-50	50-100	> 100
Yaş (Yıl)	< 5	-	-	?	X
	5-10	-	-	-	?
	10-20	?	-	-	-
	>20	X	?	-	-

Şekil 2.5.1.1.3. Yaş ve ağırlık değerlerinin karşılaştırıldığı varsayımsal bir örnekte kullanılan değerlendirme anahtarları (Ritchey 2012b).

Genel anlamda tüm ÇTD işlemi, HazMat olaylarına hazırlık amacıyla geliştirilen bir modelin ÇTD aşamasına ait belirli adımların açıklanmasıyla örneklendirilebilmektedir. ÇTD işlemi, morfolojik alandaki ilk iki parametre değerinin (Tablo 2.5.1.1.2) Çapraz Tutarlılık Matrisi'nde yer alan ilk parametre bloğundan seçilmesiyle başlamaktadır. Bu ilk değer çifti, Şekil 2.5.1.1.5'de mavi değerlendirme hücresinde gösterilmektedir. Belirtilen değer çiftinin ait olduğu iki parametrenin arasındaki bağlantı belirlenirken sorulan “‘HazMat olaylarına yönelik planlama düzeyi’ ile ‘HazMat olaylarına müdahale için eğitim ve öğretim düzeyi’ arasında DOĞRUDAN bir ilişki var mıdır?” sorusu tekrar incelenmelidir. Bu sorunun cevabı “evet” olduğu için blokta yer alan her hücre sistematik bir şekilde incelenmelidir ve değerlendirilmelidir. Cevabın “hayır” olması halinde ise blok boş bırakılmaktadır ve diğer parametre blokları incelenmeye başlanmalıdır. Belirtilen iki parametre değerinin bir arada bulunup bulunmama durumunun tespit edilebilmesi için “Bir kurtarma hizmetinin ‘tam hazırlık planı’na sahip olması ile bu kurtarma hizmetinin ‘ortak genel eğitim’ programına sahip olması uyumlu mudur?” sorusunun sorulması gerekmektedir. Bu sorunun cevabı kesin bir şekilde “evet” olmakla birlikte optimal bir değer çifti oldukları için bulundukları bloktaki hücre “—” ile işaretlenmelidir. Bu noktada, belirtilen parametrelere ait değer çiftinin ÇTD işlemi tamamlanmış olur. Bu değer çiftinin aksine, bulundukları sütunda yeşille renklendirilmiş değerlendirme hücresi (Şekil 2.5.1.1.5) için “Bir kurtarma hizmetinin ‘tam hazırlık planı’na sahip olması ile bu kurtarma hizmetinin ‘sadece temel eğitim’ programına sahip olması uyumlu mudur?” sorusu sorulmalıdır ve bu sorunun cevabı kesinlikle “hayır” olmaktadır. Bu sebeple, değerlendirme hücresi “X” ile işaretlenmelidir. HazMat olaylarına hazırlık amacıyla geliştirilen modele ait işaretleme işlemi tamamlanmış Çapraz Tutarlılık Matrisi, Şekil 2.5.1.1.6'da gösterilmektedir (Ritchey 2015; Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002).

Tablo 2.5.1.1.2. ÇTD işleminin başlangıcı için morfolojik alandaki ilk iki parametre değerinin seçilmesi (Ritchey 2015; Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002).

PLANLAMA/ PLANLAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVCUT PERSONEL	MEVCUT EKİPMAN	KOMUTA SEVİYESİ (önceden tanımlanmış)
Tam hazırlık planı	Ortak genel eğitim	11 veya daha fazla	Özel durum için özel ekipman	Seviye 4
Özel bir durum için müdahale planı	Özel durum için eğitim	8 – 10	Özel durum için temel ekipman	Seviye 3
Özel bir durum için standart rutin	Temel eğitim + düzenli eğitim	5 – 7	Özel bir durum için temelden daha az ekipman	Seviye 2
Genel durum için standart rutin	Sadece temel eğitim	4 veya daha az		Seviye 1
Yalnızca uyarı planı				

		PLANLAMA/PLANLAR				EĞİTİM VE ÖĞRETİM				PERSONEL				MEVCUT EKİPMAN			
		Tam hazırlık planı	Özel bir durum için müdahale planı	Özel bir durum için standart rutin	Genel durum için standart rutin	Yalnızca uyarı planı	Ortak genel eğitim	Özel durum için eğitim	Temel eğitim + düzenli eğitim	Sadece temel eğitim	11 veya daha fazla	8 – 10	5 – 7	4 veya daha az	Özel durum için özel ekipman	Özel durum için temel ekipman	Özel bir durum için temelden daha az ekipman
EĞİTİM VE ÖĞRETİM	Ortak genel eğitim																
	Özel durum için eğitim																
	Temel eğitim + düzenli eğitim																
	Sadece temel eğitim																
PERSONEL	11 veya daha fazla																
	8 – 10																
	5 – 7																
	4 veya daha az																
MEVCUT EKİPMAN	Özel durum için özel ekipman																
	Özel durum için temel ekipman																
	Özel bir durum için temelden daha az ekipman																
KOMUTA SEVİYESİ	Seviye 4																
	Seviye 3																
	Seviye 2																
	Seviye 1																

Şekil 2.5.1.1.5. İlk iki parametre değerinin Çapraz Tutarlılık Matrisi'nde karşılık geldiği (mavi) hücre (Ritchey 2015).

		PLANLAMA / PLANLAR				EĞİTİM VE ÖĞRETİM				PERSONEL				MEVCUT EKİPMAN			
		Tam hazırlık planı	Özel bir durum için müdahale planı	Özel bir durum için standart rutin	Genel durum için standart rutin	Yalnızca uyarı planı	Ortak genel eğitim	Özel durum için eğitim	Temel eğitim + düzenli eğitim	Sadece temel eğitim	11 veya daha fazla	8 – 10	5 – 7	4 veya daha az	Özel durum için özel ekipman	Özel durum için temel ekipman	Özel bir durum için temelden daha az ekipman
EĞİTİM VE ÖĞRETİM	Ortak genel eğitim	-	-	-	X	X											
	Özel durum için eğitim	K	-	-	-	X											
	Temel eğitim + düzenli eğitim	X	K	-	-	-											
	Sadece temel eğitim	X	X	X	-	-											
PERSONEL	11 veya daha fazla	-	-	-	X	X	-	-	-	-							
	8 – 10	-	-	-	-	X	-	-	-	-							
	5 – 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
	4 veya daha az	-	-	-	-	-	-	-	-	-							
MEVCUT EKİPMAN	Özel durum için özel ekipman	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-			
	Özel durum için temel ekipman	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Özel bir durum için temelden daha az ekipman	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
KOMUTA SEVİYESİ	Seviye 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	X	X	-	-	-
	Seviye 3	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	K	X	-	-	-
	Seviye 2	X	K	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	K	-	-	-
	Seviye 1	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X	K	-	-	-	-	-

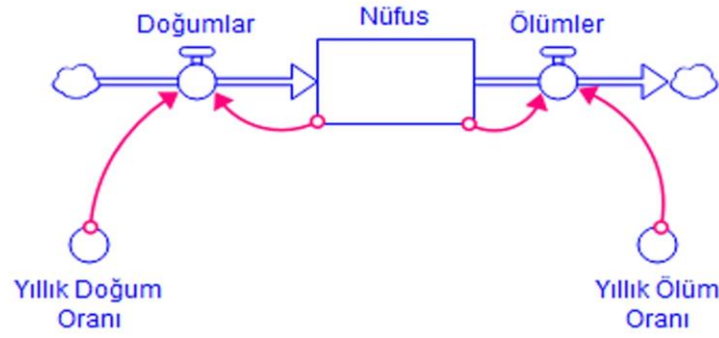
Şekil 2.5.1.1.3. ÇTD işlemi tamamlanmış HazMat hazırlık modeli (Ritchey 2015; Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002).

2.5.2. Sistem Dinamiği Modeli (SDM)

Dinamik karmaşıklığa sahip sistemlerin incelenmesi ile ilgilenen sistem bilimi ve bilgisayar simülasyon tekniklerine dayalı bir disiplin olan sistem dinamiği, Forrester (1958) tarafından sorunları çözüme ulaştırmak ve bir tür sistem yaklaşımı oluşturabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu bilimsel yöntem, sistematik geri bildirim davranışının ve yapısının incelenmesine izin veren teori ve bilgisayar biliminin bir birleşimi olarak nitelendirilebilmektedir (Forrester 1958; Sun ve diğ. 2016). Sistem Dinamiği Modeli, 1950’li yıllarda Forrester tarafından geliştirildikten sonra küresel anlamda yaygın bir şekilde uygulanmaya başlamıştır. Politika geliştirme, öğrenen organizasyon, proje yönetimi, lojistik ve tedarik zincirleri alanlarında daha kapsamlı bir şekilde kullanılmakta olup ekonomi, işletme yönetimi, mühendislik, çevresel değişimler ve eczacılık gibi farklı alanlarda da sistem davranışını açıklamak için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Sun ve diğ. 2016; Nabavi, Daniell ve Najafi 2017).

Sistem dinamiği metodolojisi, etki ve tepkilerin birbirini nasıl meydana getirdiğinin ve etkilediğinin analiz edilmesi ve aynı zamanda ögelerin ve sistem değişikliklerinin nedenlerinin ve mekanizmalarının açıklanması konusunda bir çerçeve sağlamaktadır. Bu modelleme yöntemi, bir sistemin nasıl çalıştığının anlaşılmasına yardımcı olmaktadır ve mevcut durumların nasıl gelişim gösterebileceğine ilişkin tahminlerde bulunmaktadır (Sosnowska ve diğ. 2019). Sistem dinamiği modelinin temel özelliği, farklı ögeler arasındaki etkileşimleri inceleyen geri bildirim döngülerini içermesidir. Bu döngüler, sistemin bir bölümündeki değişikliklerin genel model de dahil olmak üzere diğer bölümlerini nasıl etkileyebileceğini göstermektedir (Chen, Kuo ve Lin 2020; Mokhtari ve Asadkhani 2020). Geri bildirim döngüleri, pozitif ve negatif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Güçlendirme döngüleri olarak nitelendirilen pozitif geri bildirim döngüleri, dengeleyici bir döngü olmadığında bir ögedeki artışın diğer bir ögede de artışa sebebiyet vermesiyle sistemde meydana gelenleri güçlendirmektedir. Negatif geri bildirim döngüleri yani dengeleme döngüleri ise değişime karşı koymaktadır. Bu bağlamda dengeleme döngülerinde, bir ögedeki artış diğer bir ögede azalmaya neden olmaktadır. Sistemlerin hem güçlendirme hem de dengeleme döngülerini içermesi halinde dinamik bir dengeye ulaşabilmesi söz konusudur (Shepherd 2014).

Sistem dinamiği yaklaşımında bir sistemin yapısı oluşturulurken nitel ve nicel modeller birbirine bağlanmaktadır (Şekil 2.5.2.1). Nitel modeller için genellikle nedensel yani geri bildirimli döngü diyagramları kullanılmaktadır. Bu diyagramlar, sistem dinamiğindeki nedenlere ilişkin hipotezleri ve hipotezlere dair geri bildirimleri göstermektedir. Nedensel döngü diyagramlarının geliştirilmesi, model oluşturma sürecinin bir parçasıdır. Ögeleri nedensel ilişkilerle birbirine bağlayan nedensel döngü diyagramları geliştirildikçe geri bildirim döngüleri de belirgin hale gelmektedir. Birikim ve akışların tespit edilebilmesi için ise nicel bir model olan ve sistemin bir dizi bağlantılı doğrusal olmayan diferansiyel denklem aracılığıyla tanımlanmasıyla oluşturulan stok-akış diyagramları kullanılmaktadır (Shepherd 2014; Aksu, Söyler ve Eren 2014).



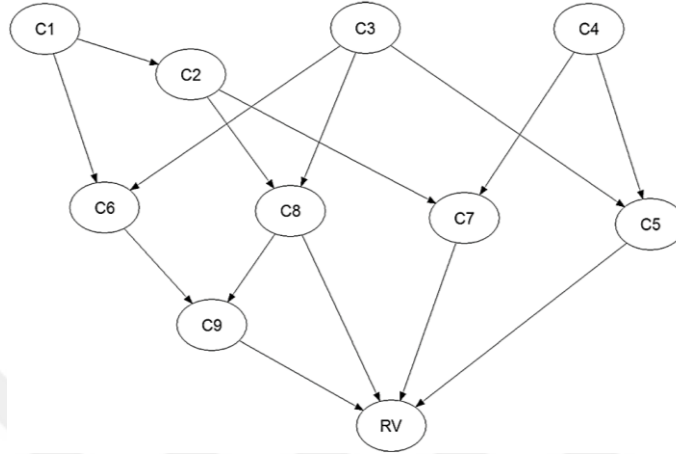
Şekil 2.5.2.1. Sistem dinamiği modelleme örneği (Fisher 2018; Tursun ve Aksu 2022).

Sistem dinamiği metodolojisi, farklı alanlara ait farklı sistemlerin modellenmesine ve oluşturulan modeller aracılığıyla çok sayıda farklı senaryonun tasarlanmasına imkan sağlamaktadır. Günümüzde sistem dinamiği modellerinin oluşturulmasını destekleyen pek çok bilgisayar programı mevcuttur. Bu programlar, modeller oluşturulurken çok sayıda karmaşık yapıdaki denklemin kolayca çözülmesini ve tablo ve grafikler aracılığıyla modellerin net bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır (Aksu, Söyler ve Eren 2014).

2.5.3. Bayes Ağ Modeli

Nedensel ağlar olarak da bilinen Bayes Ağları, olasılık teorisi ve grafik teorisinin birlikte kullanıldığı olasılıksal ağ modelleridir (Sevinç, Küçük ve Göltaş 2019). Bir Bayes Ağı, grafiksel yapı ve olasılıksal yapı olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Bayes Ağları'nın grafiksel yapısında değişkenler düğümlerle, değişkenlerin arasındaki ilişkiler ise yönlü oklar aracılığıyla gösterilmektedir (Şekil 2.5.3.1) (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz 2013; Sevinç, Küçük ve Göltaş 2019). Bir Bayes Ağı'nda iki düğüm ile gösterilen iki değişken arasında olasılıksal bir bağ mevcut ise bu düğümler ok ile birbirine bağlanmaktadır. Okun başlangıç kısmında yer alan düğüm ebeveyn düğüm, okun bitiş kısmında yer alan düğüm ise çocuk düğüm olarak nitelendirilmektedir. Ağda yer alan herhangi iki düğüm arasında bir ok bulunmaması, düğümlerin temsil ettiği iki değişken arasında bir bağ olmadığı anlamına gelmektedir (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz 2013). Bayes Ağları'ndaki değişkenler; oran ölçeği, aralık ölçeği gibi sürekli sayısal değer veya nominal, sıralı değişken gibi kesikli değer

biçiminde olabilmektedir. Bayes Ağları'na geri bildirim döngüleri dahil edilmediği için bu ağlar döngüsel nitelikte değildir (Marcot ve Hanea 2021).



Şekil 2.5.3.1. Simülasyon alıştırırmalarında kullanılan Bayes ağı örneği (Marcot ve Hanea 2021).

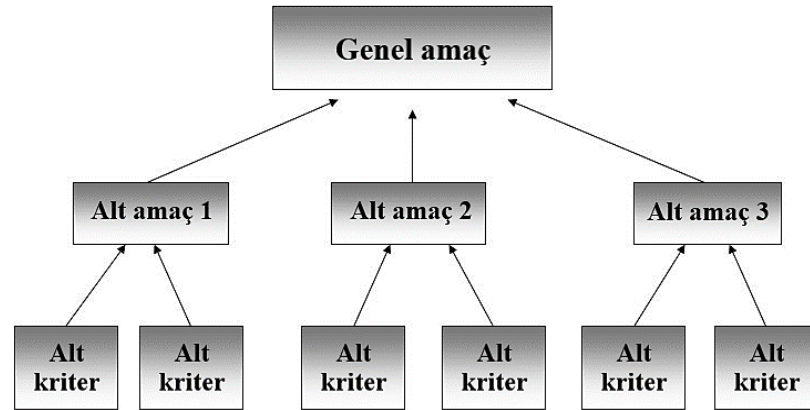
Bir Bayes Ağı yapısı oluşturulurken iki ana yaklaşımdan yararlanılmaktadır. İlk yaklaşımda ağ yapısı bir uzman tarafından manuel olarak oluşturulmaktadır ve ağ ile nedensellik ilişkileri gösterilmektedir. Bu şekilde oluşturulan ağlar, Nedensel Bayes Ağları olarak nitelendirilmektedir. İkinci yaklaşımda ise ağlar, bazı öğrenme algoritmaları yardımıyla oluşturulmaktadır. Yapısal öğrenme olarak adlandırılan bu yaklaşım ile oluşturulan Bayes Ağlarında olasılıksal bağımlılıklar gösterilmektedir (Sevinç, Küçük ve Göltaş 2019; Pearl 2009).

Bayes Ağları'nda sonsal olasılıklar yani sonuçlar, Bayes teoremi kullanılarak hesaplanmaktadır (Marcot ve Hanea 2021). Bayes Ağları'nda çıkarım yapılırken regresyon veya benzer diğer yöntemler gibi tek bir değişkene bağlı kalınmamaktadır. Tüm değişkenler için çıkarım yapılabilir ve tüm değişkenler arasındaki koşullu olasılık yapısı ağ aracılığıyla gösterilebilmektedir. Bu özellikler, Bayes Ağları'nın etkin bir analiz ve karar verme aracı olmasını sağlamaktadır. Bu sebeple, farklı alanlarda kullanımı her geçen gün artış göstermektedir (Çinicioğlu, Atalay ve Yorulmaz 2013). Örneğin; kalp nakli sonrası uzun dönem sağkalım sonuçlarının tahmin edilmesi (Dağ ve diğ. 2016), üniversite öğrencilerinin yıpranma nedenlerinin

tahmin edilmesi ve anlaşılması (Delen, Topuz ve Eryarsoy 2019), siber güvenlik risk değerlendirmesi (Zhang ve diğ. 2018) ve proje yönetimi (Yet ve diğ. 2016; Hu ve diğ. 2013) gibi pek çok farklı alanda Bayes Ağ Modeli kullanılmıştır.

2.5.4. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci, Saaty (1991) tarafından geliştirilen çok özellikli bir karar verme yöntemidir. AHS’de bir problemin farklı yönlerinin hiyerarşi içinde bir araya getirilmesi için amaç fonksiyonu kullanılmaktadır. Amaç fonksiyonu ile en yüksek değere sahip seçeneğin tercih edilmesi hedeflenmektedir (Satty 1991; Rashidi ve diğ. 2017). AHS yöntemiyle karar problemleri bir hiyerarşiye göre parçalara ayrılmaktadır. Hiyerarşinin en üst seviyesi, genel amacı temsil etmektedir. Daha alt seviyeler ise alt amaçlara, kriterlere, alt kriterlere veya alternatiflerine karşılık gelmektedir (Şekil 2.5.4.1). AHS ile karar verilirken, nitel ve nicel veriler kullanılarak her hiyerarşik düzeydeki karar öğeleri ikili olarak karşılaştırılmaktadır ve bu karşılaştırmalar aracılığıyla karar öğeleri arasında oran ölçekleri türetilmektedir (Rashidi ve diğ. 2017).



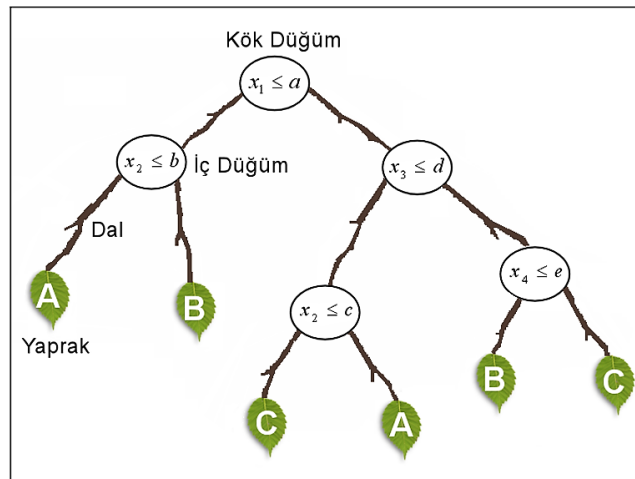
Şekil 2.3.4.1. Ağırlıklandırılmamış analitik hiyerarşi süreci (Ritchey 2012a).

AHS, hiyerarşi aracılığıyla sistematik bir yaklaşım sunmaktadır. Güvenilir, objektif ve tutarlı bir yöntem olmasının yanında kriterler için ağırlıklandırma faktörlerini de hesaplayabilmektedir (Satty 2004; Kim ve Song 2009). Bu bağlamda, AHS ile karar problemlerinin çözümünde daha etkin kararlar verilebilmektedir

(Dündar ve Ecer 2008). AHS; kuraklık riskinin değerlendirilmesi (Wijitkosum ve Sriburi 2019), tarım için arazi uygunluk analizi (Yalew ve diğ. 2016), ekonomi, politika ve mühendislik (Leal 2020) gibi pek çok farklı alanda uygulanmıştır (Tolche ve diğ. 2022).

2.5.5. Karar Ağacı (KA)

Karar Ağaçları, elektronik biçimde uygulanan ilk istatistiksel algoritmalar arasında yer alan genel amaçlı tahmin ve sınıflandırma mekanizmalarıdır (Ville 2013). KA aynı zamanda, ağaca benzer bir grafikte (Şekil 2.5.5.1) kararları ve bu kararların olası etkilerini kullanan bir karar destek sistemi olarak da tanımlanabilmektedir. Bir KA veya bir sınıflandırma ağacı, bağımsız değişkenlerin değerleri yani girdiler göz önüne alındığında bağımlı bir değişkenin değerini sonuçlandıran bir sınıflandırma fonksiyonunu öğrenmek için kullanılmaktadır (Korting 2006; Bhargava ve diğ. 2013). Karar Ağaçları; yapay zeka, makine öğrenimi, örüntü tanıma gibi pek çok disiplinde kullanılan etkili bir araçtır. Bilgi keşfi ve veri madenciliği için en güçlü yaklaşımın KA olduğu belirtilmektedir (Ville 2013; Bhargava ve diğ. 2013). Kullanılabilir örüntüleri keşfetmek için büyük ve karmaşık veri yığınlarını araştırma teknolojisini içeren KA, mevcut veri yığınının modelleme yapılmasına ve bilgi çıkarılmasına imkan sağlamaktadır. Ek olarak Karar Ağaçları nominal, sayısal ve metinsel gibi çeşitli verileri işleyebilmektedir ve bu modelleme türünün son kullanıcılar tarafından anlaşılması oldukça kolaydır (Bhargava ve diğ. 2013).



Şekil 2.5.5.1. Karar ağacı yapısı örneği (Kavzaoglu ve Çölkesen 2010).

3. OLASI KBRN-P OLAYLARINA YÖNELİK SENARYO GELİŞTİRME

3.1. Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirmenin Önemi

Gelecekte yaşanması muhtemel bir KBRN-P krizi, toplum için diğer risklerden oldukça farklıdır. KBRN-P olaylarının en çarpıcı özelliği; insanların, havanın, nesnelerin ve binaların kontamine olması gibi etkilerinin birçoğunun olayın süresi ile sınırlı kalmayıp olay meydana geldikten sonra ortaya çıkmasıdır. Bu etkiler, bir KBRN-P olayından kaynaklanan tehlikeyi saatlerden günlere hatta yıllara dek uzatabilmektedir. İnsanlar ve/veya hayvanlar için ciddi bir sağlık tehlikesi oluşturabilecek veya çevreyi kirletebilecek KBRN-P maddelerinin yayılım göstermesine, kazalar yahut terör veya sabotaj gibi kasıtlı eylemler sebebiyet vermektedir. KBRN-P kısaltmasında yer alan harflerin arkasındaki tehlikeli madde türlerinin her birinin farklı zaman dilimlerinde farklı etkileri mevcuttur ve toplumu farklı şekillerde etkilemesi ile normal yaşam faaliyetlerinde de kaçınılmaz surette önemli düzeyde etkilenmeler meydana getirmektedir. Olası KBRN-P olaylarına karşı hazırlıklı olma ve dayanıklılık; bireylerin, toplumun ve ülkelerin bu tür büyük krizlere ve katastrofik olaylara müdahale etme ve kurtulma yeteneği ile ilgilidir. KBRN-P maddelerinin kazara yayılım göstermesi ya da terörizm, sabotaj ve diğer suç eylemlerinde kullanılmasına bağlı olarak ortaya çıkabilecek etkilerin hafifletilebilmesi için aynı risk azaltma ve hazırlık çalışmaları yürütülmektedir ve aynı müdahale önlemleri geliştirilmektedir (Stöven ve Sahovic 2015; Endregard ve diğ. 2012).

KBRN-P olayları, kitlesel yaralanmalı olaylardır ve rutin acil müdahaleden farklı bir yaklaşım gerektirmektedir. KBRN-P maddelerinden etkilenen kişilerin erken tıbbi müdahalelere ihtiyacı olmasıyla birlikte kontaminasyonun sağlık ve ulaşım tesisleri gibi çevredeki alanlara ve canlılara yayılmasının önlenmesi için olay yerinde gerçekleştirilen tıbbi müdahaleler, arama-kurtarma ve yangın söndürme çalışmaları ile dekontaminasyon işlemleri eş zamanlı yürütülmektedir. Aynı zamanda, bir KBRN-P olayından ciddi şekilde etkilenmiş olsun ya da olmasın çok sayıda kişi korku ve endişeden dolayı tıbbi yardım talep ederek yerel sağlık sistemine olağandışı bir yük oluşturabilmektedir. Bu nedenle; yaralıların önceliklendirilmesi, ilkyardım, ileri tıbbi bakım uygulaması, hastaneye nakil, arama-kurtarma, keşif-tespit, numune alma ve dekontaminasyon için ihtiyaç duyulan kaynakların doğru ve somut bir biçimde

değerlendirilmesi hayati önem taşımaktadır. KBRN-P olaylarına yönelik gerçekleştirilen müdahalelerin tüm aşamaları için iyi prova edilmiş bir hazırlık ile birlikte tam olarak tanımlanmış, standardize edilmiş uygulamaları içeren etkili ve standartlaştırılmış bir planlama, olası KBRN-P olayları için özel olarak geliştirilmiş senaryolar ile mümkündür. Bu senaryolar; devletlerin ulusal ve yerel seviyelerindeki acil durum planlayıcılarının ve uygulayıcılarının yeterlilik ve kapasite ihtiyaçlarını ve kitlesel bir KBRN-P olayı ile başa çıkmadaki kritik etkinliklerini yansıttığı için KBRN-P olaylarına ilişkin risk azaltma planlarında, eğitimlerde ve tatbikatlarda kullanılmaktadır. KBRN-P olaylarının başarılı bir şekilde ele alınmasında ön koşul olan senaryolar, mevcut kaynakların daha iyi bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır ve bu tür olaylara yönelik iyi işleyen bir stratejinin yürürlükte olduğu bilgisi de, vatandaşların sisteme olan güvenini artırmaktadır (Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008; Stöven ve Sahovic 2015).

Olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolar ile genel anlamda planların, prosedürlerin, ekipman kapasitesinin ve müdahalenin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Cassel ve diğ. 2005). KBRN-P maddelerini içeren olaylardan kaynaklanan halk sağlığı tehditlerini analiz etmek, zararlarını azaltmak ve tercihen önlemek için prosedürlerin geliştirilmesi önemlidir. Prosedürler; yerel KBRN-P maddelerinin kaynakları, potansiyel tehditler, insan sağlığı ve altyapı üzerindeki etkileri, sağlık iletişimi ihtiyaçları, zarar azaltma ve önleme yöntemleri gibi temel bilgilerin belirlenmesini içermektedir (Cassel ve diğ. 2011). Senaryolar; kasıtlı veya kazara gerçekleşebilecek KBRN-P olaylarına yönelik alınan tedbirlere ilişkin bilgi boşluklarının belirlenmesi ve KBRN-P maddelerinin tespiti, analizi, dekontaminasyonu gibi işlemlerin yeterlilik testlerinde kullanılabilmesi için de geliştirilebilmektedir (Cassel ve diğ. 2005). Olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolar, bir KBRN-P olayı sonucunda doğrudan etkilenebilecek kritik altyapı sektörlerini, fiziksel güvenliğe, sosyal ve siyasi dengeye ilişkin sonuçların öngörülebilmesi amacıyla da geliştirilebilmektedir ve bu senaryolar risk, etki ve olasılık değerlendirmesi ile ilgili çalışmalarda kullanılabilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Bu bağlamda KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar, KBRN-P maddelerinin yayılım göstermesi ile meydana gelebilecek ciddi sonuçlara ilişkin bilgi ve öngörülerin artırılabilmesi ve bu olayların etkili bir şekilde

yönetilebilmesi için büyük bir önem taşımaktadır (Cassel ve diğ. 2011; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008).

3.2. Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme İle İlgili Genel Koşullar

KBRN-P kısaltmasında yer alan harflerin arkasındaki tehlikeli madde türleri ile meydana gelebilecek olaylara ilişkin senaryolar pek çok açıdan birbirinden farklılık göstermektedir. Bu senaryolarda; kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer veya patlayıcı maddelerin kazara veya kasıtlı bir şekilde yayılım göstermesi ile meydana gelebilecek farklı olay türleri ele alınabilmektedir. İç veya dış mekan gibi farklı koşullar altında gerçekleşen KBRN-P krizleri tasvir edilebilmektedir. Az veya çok sayıda risk altında ya da zarar gören kişiler ile büyük yahut küçük miktarlardaki KBRN-P ajanlarının sebep olduğu farklı şiddet seviyelerindeki olayların yansıtıldığı senaryolar geliştirilebilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

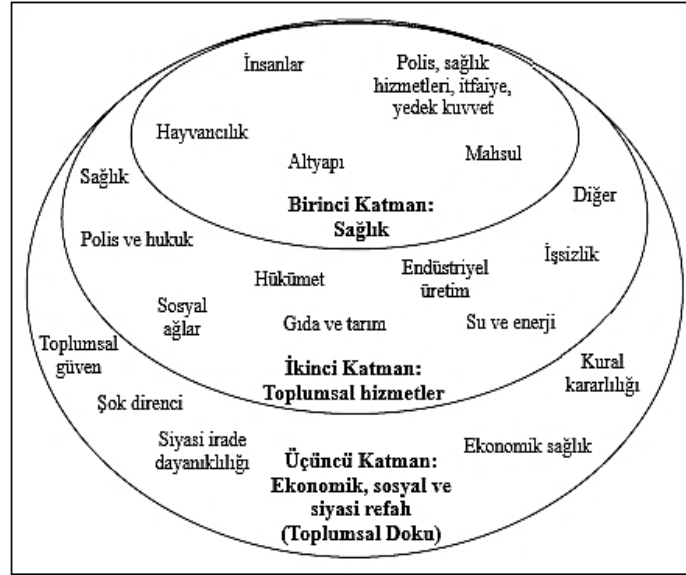
KBRN-P olayları ile ilgili senaryoların başlangıç faktörü, madde veya ajanın türüdür. Bu senaryolar geliştirilirken, bir KBRN-P olayının etkilerinin tercih edilen zaman diliminde meydana gelebilmesi için madde türünün seçimi kritik bir öneme sahiptir. Endüstriyel alanda yaygın bir şekilde kullanılan ve kimyasal savaş ajanı olarak da kullanılabilen kimyasal maddelerin etkileri hemen gözlemlenebilirken biyolojik ajanların etkilerinin gözlemlenmesi haftalar ila aylar arasında değişebilmektedir (Cassel ve diğ. 2005). Radyolojik ve nükleer maddelerin etkileri, radyasyon dozu ile doğru orantılı bir şekilde gözlemlenmektedir (Dökmeci 2018). Patlayıcılara ait ilk etkiler ise patlama sonucunda çevreye yayılan parçalar ile hızlı bir şekilde meydana gelmektedir (Finland National CBRNE Strategy 2017). Kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı madde olaylarında yer alan tehdit unsurlarının özellikleri, KBRN-P olaylarını alışlagelmiş olay türlerinden gerçek anlamda ayıran faktörlerdir. Bu tehdit unsurlarının özellikleri, birbirlerinden önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Kimyasal tehdit unsurlarının özellikleri; çevre şartlarındaki fiziksel hali, maruziyet türü (inhalasyon, gastrointestinal veya cilt), yayılma yolu, maruziyet sonucunda gerçekleşen toksisite, kaynama noktası, saflık, buharlaşma hızı, buhar basıncı, alevlenebilirlik, reaktivite, kararlılık, çözünürlük,

koku, görünürlük, tıbbi önlemler ve gerçekleştirilen tedaviye bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Biyolojik tehdit unsurlarının özellikleri; tür (bakteri, virüs, riketsiya), yayılma yolu, enfektivite/bulaşıcılık, enfeksiyon dozu, maruziyet yolu, virülans, kuluçka dönemi, öldürücülük, iletilebilirlik, dayanıklılık, parçacık büyüklüğü dağılımı, tedavi ve aşılarla bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Radyolojik tehdit unsurlarının özellikleri ise; radyasyon türü ve seviyesi, doz ve doz oranı, fiziksel hali, fiziki yarı ömür, biyolojik yarı ömür, dış ve/veya iç maruziyet (inhalasyon veya gastrointestinal), maruziyet süresi, kimyasal özellikler (örneğin, çözünürlük) ve parçacık büyüklüğü dağılımına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryolar geliştirilirken, bu olayların başlangıç faktörü olarak nitelendirilen KBRN-P maddelerinin özelliklerinin bağlı olduğu unsurlar dikkate alınmalıdır ve senaryoların içeriğinde yer alan KBRN-P maddelerine ilişkin özelliklerin senaryonun seyrini etkileyeceği de göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Endregard ve Enger 2010; Breivik ve diğ. 2012).

KBRN-P olaylarında rol oynayan maddelerin ya da ajanların sahip olduğu özelliklerin yanı sıra yayılım göstermelerini etkileyen diğer faktörler; mevcut madde veya ajan miktarı, kazara ya da kasıtlı olarak salınım göstermeleri ve kasten salınımda kullanılan dağıtım ekipmanlarıdır. Olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryolar geliştirilirken, KBRN-P ajanlarının yayılım gösterdiği çevre ve sonrasında ajanın akıbeti göz önünde bulundurulmalıdır ve senaryolarda bu ayrıntılara yer verilmelidir. KBRN-P maddelerinin su veya gıda kontaminasyonuna neden olması ya da solunabilir partiküller üretmesi gibi değişkenler de senaryolara dahil edilebilmektedir. KBRN-P olaylarında yayılım gösteren maddeleri etkileyen diğer faktörler de hava durumu ve rüzgâr yönüdür. Senaryolarda bu değişkenlere de yer verilebilmektedir. Pek çok faktörden etkilenecek yayılım gösteren KBRN-P maddelerine maruz kalan kişi sayısı, senaryoların seyrini etkilediği için tahmini olarak senaryolara eklenebilmektedir. Gösterge ve uyarı ise KBRN-P maddelerinin kasıtlı veya kazara yayılım gösterdikten sonra fark edilme şeklini ifade etmektedir. KBRN-P maddeleri; yayılma meydana geldikten sonra tanımlanabilir, istihbarat gözlemleri ile tespit edilebilir veya uyarı yoluyla anons edilebilir. Gösterge ve uyarı faktöründe; kitlesel kayıplar veya sık görülen bulaşıcı hastalıklar gibi etkileri görünecek KBRN-P maddelerinin tespit edilememesi durumu, senaryolarda alternatif bir değişken olarak kullanılabilmektedir

(Cassel ve diğ. 2005). Bu bağlamda, KBRN-P olaylarına neden olan ajan türleri ve olayın başlamasına sebebiyet veren tetikleyiciler, olayın temelindeki sebep yani niçin meydana geldiği, hava durumu, olayın gerçekleştiği zaman dilimi ve ortam koşulları, olayın meydana getirdiği etkiler ve sonuçları gibi temel faktörlerin ve değişkenlerinin farklı kombinasyonlarının oluşturulmasıyla gelecekte yaşanabilecek KBRN-P krizlerinin anlatı yani bir hikaye şeklinde tasvir edilmesi ile bu alana yönelik farklı temalarda pek çok senaryonun geliştirilmesi mümkündür (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Cassel ve diğ. 2005).

Belirli bir KBRN-P maddesi ile ilgili geliştirilen bir senaryodan yola çıkılarak, belirlenen madde ile meydana gelebilecek olaylara yönelik senaryo seçenekleri artırılabilir. Örneğin; kimyasal bir maddenin sebep olduğu bir olay ele alınarak farklı düzeylerdeki etkilerinin açıklanmasıyla birlikte bir dizi senaryo oluşturulabilir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Cassel ve diğ. 2005). KBRN-P olayları ile ilgili senaryolarda ele alınan etkiler; birinci, ikinci ve üçüncü etki düzeyi olmak üzere üç katmana ayrılabilir (Şekil 3.2.1). Birinci düzeydeki etkiler; insanlara, hayvanlara ve bitkilere zarar veren bir KBRN-P olayının sağlık ile ilgili doğrudan ortaya çıkan sonuçlarını yansıtmaktadır. Bu sebeple KBRN-P olaylarına ilk müdahale eden polis, sağlık hizmetleri ve itfaiye ekipleri de birinci katmanda yer almaktadır. İkinci düzeydeki etkiler, birinci düzeydeki etkiler dışında toplumsal işlev üzerinde sonuçlar oluşturan bir KBRN-P olayının etkilerini temsil etmektedir. Toplumun tüm kesimlerini kapsayan, ekonomi ve politik istikrar ile ilgili sonuçlar meydana getiren etkiler ise üçüncü düzeydeki etkilerdir. Örneğin; tarım alanlarına yakın inşa edilmiş bir nükleer santralden yayılım gösteren radyoaktif madde, maruz kalan kişilerde ilk olarak psikolojik etkiler oluşturacaktır. Ancak radyasyon maruziyeti nedeniyle ortaya çıkan sağlık etkileri ise doğrudan ortaya çıkmamaktadır. İkinci etki düzeyinde mevsimsel mahsul kıtlığı ve sağlık sistemi üzerinde artan etki meydana gelebilirken üçüncü etki düzeyi ise ekonomik karakterde olabilmektedir. Bu bağlamda, farklı KBRN-P maddelerinin farklı düzeylerdeki etkilerinin ele alındığı çeşitli senaryoların geliştirilmesi ve bu senaryoların risk yönetimi çalışmalarında kullanılması, etkin bir risk yöntemi gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynaması söz konusudur (Cassel ve diğ. 2005).



Şekil 3.2.1. Üç katmanlı senaryo etki modeli (Leeuw 2007).

KBRN-P olaylarına ait pek çok faktör ve değişkenin birleşme noktası olarak nitelendirilen KBRN-P senaryoları (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009); geçmişte afetlerin tetiklediği, yanlış uygulamalar veya arızalar nedeniyle meydana gelen kazalar, doğal salgınlar ya da KBRN-P maddelerinin kullanıldığı sabotaj ve terör olayları baz alınarak geliştirilebilmektedir. Tarihi KBRN-P olaylarının haricinde projeler ve risk azaltma planları için geliştirilmiş olan hâlihazırda kamuya açık hale getirilmiş senaryolardan da esinlenilerek KBRN-P maddeleri ile ilgili senaryoların geliştirilmesi söz konusudur (Endregard ve diğ. 2012). KBRN-P olayları ile mücadele amacıyla yürütülen Avrupa Birliği (AB) projeleri kapsamında olası KBRN-P olaylarına yönelik çok sayıda senaryo geliştirilmiştir. Entegre Kavramlar ve Ekipmanlar Kullanarak KBRN Terörizmine Karşı Hazırlıklı Olma ve Dayanıklılık (İng. Preparedness and Resilience Against CBRN Terrorism Using Integrated Concepts and Equipment / PRACTICE), Toksik Kimyasallar ve Radyoaktif Madde Yayılımı Sonrasında Kitleli Yaralanmalar ve Sağlık Hizmetleri (İng. MASs-casualties and Healthcare following the release of toxic chemicals or radioactive materials / MASH), KBRN Terörizminden Korunmaya Yönelik Yenilikçi Önlemler (İng. Innovative Measures for the Protection Against CBRN Terrorism / IMPACT), Kimyasal Olaylarla İlgili Acil Durumlara Halk Sağlığı Müdahalesi / Kimyasal Olay Acilleri Araç Seti [İng. The Public Health Response to Chemical

Incidents Emergencies Toolkit / Chemical Incidents Emergencies (CIE) Toolkit] projeleri ve ABD Planlama Senaryoları dahilinde yer alan senaryolar, geçmişte yaşanmış olaylar baz alınarak ve mevcut senaryolardan esinlenilerek geliştirilmiştir. Akabinde, bu senaryolar “Senaryo Şablonu” kullanılarak detaylandırılmıştır (Endregard ve diğ. 2011; Endregard ve diğ. 2012; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008; Cassel ve diğ. 2005; Cassel ve diğ. 2011; The Homeland Security 2004). Senaryoların geliştirildiği yıl itibariyle yaklaşık olarak on yıl geçmişte yaşanan olayların nedenlerinin ve sonuçlarının incelenmesi gerektiği ve bu incelemeler ışığında gelecek on yıla ilişkin senaryoların şekillendirilebileceği belirtilmektedir (Schoemaker 1995). Olası KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar, geçmişte yaşanmış olaylardan ve mevcut senaryolardan yola çıkılarak geliştirilmesinin haricinde GMA yöntemi ile oluşturulan morfolojik modeller aracılığıyla da geliştirilebilmektedir. Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer alan senaryo GMA yöntemi ile geliştirilmiştir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Ritchey (2007) ve Ritchey (2003), nükleer tesislerin ve radyoaktif madde taşımacılığının sabote edilebilmesine yönelik senaryoları geliştirirken GMA yöntemini kullanmıştır.

KBRN-P senaryoları, KBRN-P olayları ile mücadele kapsamında gerçekleştirilen çeşitli uygulamalara uyarlanabilmesi için oldukça genel ve kapsamlı bir şekilde geliştirilmelidir. Bu senaryolar; ayrı ayrı kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı maddeler ile meydana gelebilecek olaylar ile ilgili çok çeşitli hazırlık ve müdahale zorluklarını kapsamalıdır (Endregard ve diğ. 2012). Tüm olası senaryoların ele alınarak koruyucu önlemlerin geliştirilmesinin mümkün olmadığı fakat olabildiğince çok sayıda olası KBRN-P olayını kapsayan senaryoların geliştirilmesi ile alınan koruyucu önlemler değerlendirilirken bu senaryoların kullanılmasının daha mümkün olabileceği ifade edilebilmektedir (Cassel ve diğ. 2005). Farklı temalarda geliştirilen bu senaryoların her biri benzersiz nitelikte olmalıdır ve uygun bir ayrıntı düzeyine sahip olmaları gerekmektedir. KBRN-P senaryolarının gerçeklik kazanmasının ve sonuçlarının, pek çok açıdan öngörülemez düzeyde etkisi mevcuttur. Bu nedenle olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolar; bu olaylar fiilen meydana geldiğinde sebep olabileceği yaralanmaların, can kayıplarının, tehlikeli alanların, kritik altyapı üzerindeki etkilerinin, sosyal ve siyasi

dengeye ilişkin sonuçlarının ve meydana gelebilecek diğer hasarlar ile birlikte müdahale zorluklarının net bir şekilde öngörülebilmesini sağlamalıdır (Endregard ve diğ. 2011; Endregard ve diğ. 2012; Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

KBRN-P maddelerinin gelecekte kasıtlı kullanılabilmesi ihtimaline yönelik senaryo açıklamalarında; tehdit bileşiklerinin imal edilmesi, ulaşılması ve serbest bırakılmasındaki en uygun yöntemlere ilişkin bilgilerin yer almasından sakınılmalıdır ve senaryoları bir reçeteye dönüştürebilecek bilgilerin açıklanması konusunda imtina edilmelidir. Senaryolarda yer alan tüm bilgiler, yalnızca açık kaynaklı bilgilere dayanmalıdır. KBRN-P maddeleri ile ilgili özel olarak gelecekte yaşanabilecek terör ve sabotaj eylemlerine yönelik senaryolar geliştirilecekse, yeterli ayrıntıya sahip ancak çok fazla da ayrıntı içermeyen hassas bir denge oluşturulmalıdır. Terör ve sabotaj eylemlerine yönelik geliştirilen senaryolarda; olayın gerçekleşme ihtimali, belirli faillerin yetenekleri veya belirli tehdit unsurlarının mevcudiyeti gibi bilgilerin açıklanmaması doğru olacaktır. Bu tür senaryolar için tehdit değerlendirilmesi gerçekleştirilmemelidir ve sınıflandırılmamış düzeyde tutulmalılardır (Endregard ve diğ. 2012).

Senaryoların daha fazla özgül bilgi içermesi ile daha kusursuz değerlendirme çalışmaları gerçekleştirilebilir ancak gerekli detayların, devletlerin karar oluşturma süreçleri ile uygun olarak biçimlendirilmesi gerekmektedir. Bu sebeple, tüm senaryoların mümkün yani gerçekleşebilir olmasına dikkat edilerek, KBRN-P olayları ile mücadelede ulusal veya daha geniş ölçekte fayda sağlayıcı nitelikte olmalıdırlar. Kapsamlı bir biçimde, olası KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar için aşağıdaki genel koşullar geçerlidir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009):

- Gerçek KBRN-P olaylarına dayanan bilgileri içermesiyle birlikte inandırıcı bir anlatı benimsenmelidir.
- Tatbiki olarak değerlendirilebilmeleri için gerçekleşebilme olasılıkları ve farklı etki türleri ile ilgili yeterli bilgi içermelerine dikkat edilmelidir ve senaryolar, risk azaltma kapasitesi konusunda çıkarımlar yapılabilmesine imkan sağlamalıdır.

- Tutarlı ve mantıklı bir şekilde çeşitlendirilebilmelidirler ve farklı ciddiyet seviyelerinde oluşturulmalıdırlar.
- KBRN-P olayları ile mücadelede ilgili olan tüm kurum ve kuruluşlar tarafından açıklanabilmeleri ve geçerlilik görebilmeleri için yönetilebilir nitelikte olmalıdırlar.
- KBRN-P olaylarına yönelik gerçekleştirilen risk yönetimi çalışmaları kapsamında geleceğin öngörülebilmesi ve yetersizliklerin fark edilebilmesi adına ciddi bir şekilde dikkate alınmalıdırlar.

GMA yöntemi veya farklı yöntem aracılığıyla senaryoların geliştirilmesi, konu ile ilgili karar alıcıların ve uzmanların yer aldığı bir çalışma grubunda beyin fırtınası gerçekleştirilmesini gerektirmektedir (Oppenheimer 2012). Bir senaryonun geliştirilebilmesi için seçilen temadaki uzman kuruluşların bünyesinde yer alan uzmanlardan; senaryonun bağlamı, içeriği, gelişimi ve sonuçlarına ilişkin bilgi talep edilmelidir ve uzmanların senaryo ile ilgili çalışma grubunda yer alması büyük bir öneme sahiptir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Multidisipliner bir çalışma grubu ile geliştirilen senaryolar; bir veya iki gün içinde gerçekleştirilen bir çalışma yahut konu ile ilgili ön çalışma yapılması, konunun pek çok faktöre sahip oluşu ve karmaşıklık düzeyine bağlı olarak daha uzun süreli bir çalışma gerektirebilmektedir (Aşcı 2017). KBRN-P olayları ile ilgili senaryolar, aşağıda belirtilen sıralama ile geliştirilebilmektedirler (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009):

1. Senaryo geliştirme yöntemi olarak GMA kullanılıyorsa, seçilen KBRN-P temasında oluşturulan morfolojik tablo(lar)dan uygun içeriklere karar verilerek kombinasyonlar oluşturulur.
2. Senaryonun olay örgüsü ve detaylarına karar verilebilmesi amacıyla konu ile ilgili uzmanların da yer aldığı bir beyin fırtınası toplantısı organize edilir.
3. Gerçekleşebilmesi mümkün bir senaryonun ilk taslağının hazırlanması için bir yazar belirlenir.
4. Hazırlanmış olan senaryo taslağının uzmanlar tarafından değerlendirilebilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi için ikinci bir toplantı organize edilir.

5. Uzmanlardan onay alınıncaya ve senaryonun kullanım gereklilikleri karşılanıncaya kadar yukarıdaki adımlar tekrar edilir.
6. Senaryoların risk değerlendirme çalışmalarında kullanılabilmesi amacıyla daha ayrıntılı hale getirilebilmesi için çaba gösterilir.

3.3. Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme ve Bir Senaryo Örneği

Morfolojik analiz veya GMA; uluslararası anlamda kabul görmüş, yaratıcı bir şekilde analiz yapılmasını sağlayan ve senaryolar geliştirilirken kullanılması önerilen sayısal olmayan bir yöntemdir. GMA yöntemi ile senaryoların içermesi gereken temel faktörler veya parametreler üretilebilmektedir ve bu faktörler kapsamında senaryoların yazımı gerçekleştirilebilmektedir. GMA, her bir faktör –parametre– için bir dizi olasılığın ele alındığı morfolojik tablonun oluşturulmasına dayanmaktadır. Morfolojik tabloda yer alan olası varyasyonların –değerlerin– seçilmesi ve faktör değerlerine özgü bir bileşimin ortaya çıkmasıyla senaryonun içeriği oluşturulabilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Eriksson ve Ritchey 2005).

Spesifik anlamda olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryo geliştirmek amacıyla GMA yönteminin kullanımına ilişkin en net örnek, Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer almaktadır. Bu rehberde, “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryo GMA yöntemi prosedürleri doğrultusunda geliştirilmiştir. Farklı olarak, parametre yerine faktör terimi; parametre değeri yerine varyasyon terimi kullanılmıştır. “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryonun geliştirilme sürecindeki ilk adım, riskin belirlenmesini sağlayan faktörlerin tanımlanmasını içermektedir. KBRN-P olaylarına ilişkin tehdidin bir bölümü ve/veya sebep olduğu risk, faktörler aracılığıyla belirlenebileceği belirtilmektedir. Bu faktörlere örnek olarak, hava durumu veya KBRN-P ajanının türü verilebilmektedir. KBRN-P olayları ile ilgili tüm faktörler ele alındığında; neden, koşullar ve etkileri açısından bir senaryonun genel çerçevesi oluşturulabilmektedir. Kimyasal, biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlayıcı madde olaylarının her biri için geliştirilecek senaryolara ait faktörlerin ayrı ayrı listelerinin düzenlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu rehberde yer alan senaryonun geliştirilmesindeki ikinci adımda, her bir faktöre ait varyasyon listesinin hazırlanması

yer almaktadır. Varyasyon sayısı ile faktörlerin sayısının eşit olma zorunluluğunun olmadığı fakat varyasyon listesinin çok geniş bir şekilde düzenlenmemesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, faktörlere ait varyasyonların senaryo kapsamında yer alan ülke ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Tropikal bir ülke ile ilgili senaryolarda, hava durumu faktörüne donma varyasyonunun uygun olmadığı ifade edilmektedir. Tanımlanan faktör ve varyasyonlar ile Tablo 3.3.1’de yer alan morfolojik kutu oluşturulmuştur. “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryonun geliştirilme sürecinin devamında, GMA prosedürlerinde olduğu gibi ÇTD gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan morfolojik kutuda yer alan ‘Bakteri’ ile ‘Ton’un, ‘Virüs’ ile ‘Pasif Dağılım’ın bir arada bulunamayacağı ifade edilmektedir. Dördüncü adım olarak, Tablo 3.3.2’de görüldüğü üzere “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryonun geliştirebilmesi için oluşturulan morfolojik kutudan renklendirilerek varyasyon seçimi gerçekleştirilmiştir. Seçilen varyasyonlar ile kombinasyonlar oluşturularak, senaryo teması tanımlanmıştır ve senaryo gerekliliklerine uygun bir şekilde senaryonun yazımı gerçekleştirilmiştir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

Tablo 3.3.1. Makedonya Cumhuriyeti KBRN senaryo oluşturma ve risk değerlendirme metodoloji rehberinde yer alan morfolojik kutu (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

Faktör							
Varyasyonlar							
Aktör	Amatör suçlular	(Hoşnutsuz) Uzmanlar	Aşırılık yanlısı eylemciler	Küçük ölçekli terörizm	Büyük ölçekli terörizm	Devletler	Kaza
Hava durumu	Sıcak ve soğuk karışık	Soğuk	Ilık	Sıcak	Sıcak ve nemli		
Durağanlık (dış mekan)/Havalandırılmış (iç mekan)	Sabit	Nötr	Değişen	Havalandırılmış iç mekan	Havalandırılmamış iç mekan		
Ajan türü	Vezikan ajanlar ve kalıcı aşındırıcılar (K)	Sinir ajanları ve pestisitler (K)	Kan zehirleyici ve boğucu ajanlar (K)	Saf dışı edici ve uyuşturucu ajanlar (K)	Virüsler (B)	Bakteri (B)	Toksiner (B/K)

Tablo 3.3.1. (Devamı) Makedonya Cumhuriyeti KBRN senaryo oluşturma ve risk değerlendirme metodoloji rehberinde yer alan morfolojik kutu (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

Faktör							
Varyasyonlar							
<u>Serbest bırakılan madde miktarı</u>	Mikrogram	Miligram	Gram	Kilogram	Ton	Mililitre	Litre
<u>Yayılma yolu</u>	Besin/su aracılığıyla	Vektörler aracılığıyla (insanlar(v e enjeksiyon yolu ile insanlar),h ayvanlar)	Pasif (rüzgar vasıtasıyla, uzaktan yayılım)	Püskürtme, dökme, fırlatma (aktif)	Patlayıcı aracılığıyla		
<u>Konum (arazi/geometri/kalabalık)</u>	Nesne içerisinde	İnşa edilmiş/ke ntsel bölge	Dış yapılaşmış bölge				
<u>Konumun işlevi</u>	Sembolik	İşlevsel					
<u>Hedeflenen potansiyel insan sayısı</u>	Birkaç kişi (1-10)	Küçük bir grup (11-100)	Kalabalık (>100)				

Tablo 3.3.2. “Bir meydana risin salınımı” başlıklı senaryo geliştirilirken seçilen varyasyonlar (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

Faktör							
Varyasyonlar							
<u>Aktör</u>	Amatör suçlular	(Hoşnutsuz) Uzmanlar	Aşırılık yanlısı eylemciler	Küçük ölçekli terörizm	Büyük ölçekli terörizm	Devletler	Kaza
<u>Hava durumu</u>	Sıcak ve soğuk karışık	Soğuk	Ilık	Sıcak	Sıcak ve nemli		
<u>Durağanlık (dış mekan)/Havalandırılmış (iç mekan)</u>	Sabit	Nötr	Değişen	Havalandırılmış iç mekan	Havalandırılmamış iç mekan		

Tablo 3.3.2. (Devamı) “Bir meydana risin salınımı” başlıklı senaryo geliştirilirken seçilen varyasyonlar (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).

Faktör							
Varyasyonlar							
<u>Ajan türü</u>	Vezikan ajanlar ve kalıcı aşındırıcılar (K)	Sinir ajanları ve pestisitler (K)	Kan zehirleyici ve boğucu ajanlar (K)	Saf dışı edici ve uyuşturucu ajanlar (K)	Virüsler (B)	Bakteri (B)	Toksinerler (B/K)
<u>Serbest bırakılan madde miktarı</u>	Mikrogram	Miligram	Gram	Kilogram	Ton	Mililitre	Litre
<u>Yayılma yolu</u>	Besin/su aracılığıyla	Vektörler aracılığıyla (insanlar(ve enjeksiyon yolu ile insanlar), hayvanlar)	Pasif (rüzgar vasıtasıyla, uzaktan yayılım)	Püskürtme, dökme, fırlatma (aktif)	Patlayıcı aracılığıyla		
<u>Konum (arazi/geometri/kalabalık)</u>	Nesne içerisinde	İnşaa edilmiş/kentsel bölge	Dış yapılaşmış bölge				
<u>Konumun işlevi</u>	Sembolik	İşlevsel					
<u>Hedeflenen potansiyel insan sayısı</u>	Birkaç kişi (1-10)	Küçük bir grup (11-100)	Kalabalık (>100)				

“Uluslararası bir terör örgütü (International Terrorist Organisation / ITO), az miktardaki risini çok etkili bir şekilde yani patlayıcı aracılığıyla dağıtarak dünyaya ne tür yeteneklere sahip olduklarını göstermek istemiştir. Ajan, bir şehrin meydanındaki çöp kutusuna gizlenmiştir. Patlama zamanında havanın soğuk olmasından dolayı meydana daha az sayıda insan bulunmaktadır. Buna rağmen, olayın görgü tanıkları fazlasıyla şaşkınlık yaşamıştır ve kitlesel olarak acil servislere başvurmuşlardır. Panik, YouTube’ta malzemenin nasıl üretildiğini gösteren bir videonun (ITO tarafından hazırlandığı tahmin edilmektedir) keşfedilmesiyle birlikte ve hükümetin askeri birliklerini X ülkesinden çekmediği takdirde risin ile daha fazla saldırının gerçekleştirileceğine ilişkin yazılan mesajın şehir meydanına

bırakılmasıyla daha da artmıştır. Bazı görgü tanıklarına patlamanın sonucunda uçan parçalar çarpmıştır ve çöp kutusundaki patlamanın yakınında bulunan birkaç kişinin risine maruz kalmış olabileceği tahmin edilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009).”

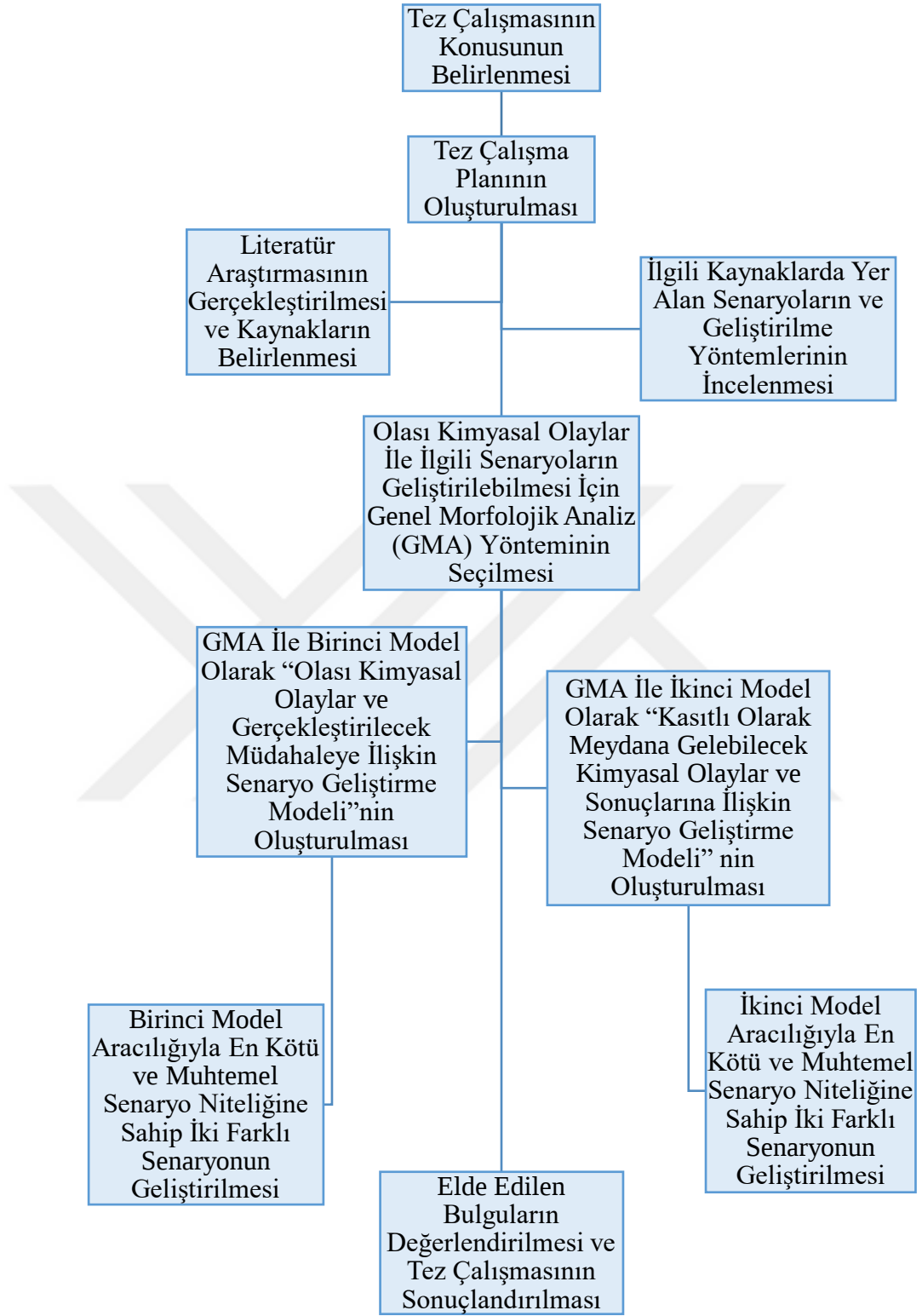
4. MATERYAL VE METOT

4.1. Araştırma Süreci

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında yedi araştırma sorusu yöneltilmiştir:

1. Olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılabilecek en uygun yöntem nedir?
2. Genel Morfolojik Analiz prosedürleri nelerdir ve bu prosedürler doğrultusunda bir morfolojik model nasıl oluşturulur?
3. Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile kaç çeşit modelleme gerçekleştirilebilir ve bu yöntem ile oluşturulan modeller hangi alanlarda kullanılabilir?
4. Genel Morfolojik Analiz prosedürleri doğrultusunda kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili dupleks (çift yönlü) modelleme türünde bir morfolojik model nasıl oluşturulur?
5. Kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile oluşturulan senaryo geliştirme modeli aracılığıyla senaryolar nasıl geliştirilir?
6. Genel Morfolojik Analiz prosedürleri doğrultusunda kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçları ile ilgili dupleks (çift yönlü) modelleme türünde bir morfolojik model nasıl oluşturulur?
7. Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile oluşturulan senaryo geliştirme modeli aracılığıyla senaryolar nasıl geliştirilir?

Tez çalışması kapsamında bu yedi araştırma sorusuna yanıt aranmıştır ve bu doğrultuda yürütülen çalışma akışı Şekil 4.1.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.1.1. Tez çalışması kapsamında yürütülen çalışma akışı şeması.

4.2. Materyal

“Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme: Örnek Kimyasal Olay Senaryoları” başlıklı tez çalışması kapsamında, kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili iki senaryo ve kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin iki senaryo geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu dört senaryo geliştirilirken kullanılabilmesi için GMA prosedürleri doğrultusunda “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile iki farklı morfolojik modelin oluşturulması da amaçlandığı için tez çalışmasında; Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryoyu geliştirmek için kullanılan morfolojik kutuda ve bu rehberde önerilen diğer morfolojik kutularda yer alan parametreler ve değerleri ve bu rehber dahilindeki etki değerlendirmesine ilişkin kritik altyapı sektörleri ve kritik ülke çıkarları ile ilgili etki kriterleri (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009), Savchenko (2018)’nun bir afet durumuna yönelik oluşturduğu morfolojik tabloda yer alan parametreler ve değerleri, Ritchey (2022)’e ait 52 morfolojik modelden oluşan “Morfouzaylar” (İng. Morphospaces) kataloğundaki 11., 14., 43. ve 49. morfolojik modelde yer alan parametreler ve değerleri, Norveç savunma planlamasına ait senaryo sınıflarının modellenmesinde kullanılan morfolojik tablo dahilindeki parametreler ve değerleri (Johansen 2006; Johansen 2022; Johansen 2017), Dökmeci (2018)’nin “Kimyasal Madde Sınıflandırması”, Kenar ve Sezigen (2017)’in “Kimyasal Harp Maddelerinin Sınıflandırması”, “Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)” (AFAD 2022) ve AFAD (2017)’a ait “Ülkemizdeki KBRN Olaylarından Örnek Vakalar ve Müdahale Yöntemleri” materyal olarak kullanılmıştır.

4.3. Metot

GMA, çok boyutlu ve nicelleştirmeye uygun olmayan teknik ve sosyal problem komplekslerinde yer alan toplam ilişkiler kümesini yapılandırmak ve analiz etmek için “parametreleştirme veya parametrelerle ifade etme” temelinde geliştirilmiş bir yöntemdir. GMA, kavramların kullanıldığı bir yöntem olması ve senaryo geliştirmek

için en uygun yöntem olarak nitelendirilip farklı alanlarda senaryolar geliştirilirken kullanılıyor olması gerekçesiyle (Ritchey 2003; Eriksson ve Ritchey 2005; Ritchey 2022) tez çalışmasında yöntem olarak kullanılmıştır. GMA'ya ait prosedürler gerçekleştirilirken CASPER gibi yazılımların kullanımı, morfolojik modelin daha hızlı bir şekilde oluşturulmasını sağlamaktadır (Ritchey 2006b; Ritchey 2011). Bu yazılımların açık kaynaklı olmaması ve ücretli olması; prensipte basit olduğu belirtilen (Johansen 2017) GMA prosedürlerinin, tez çalışmasında manuel olarak gerçekleştirilmesini gerektirmiştir.

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında olası kimyasal olaylara yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılması amacıyla GMA prosedürleri izlenerek kimyasal olaylar ile ilgili iki farklı morfolojik model oluşturulmuştur. Birinci morfolojik model, “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı ile kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili senaryolar geliştirebilmek adına oluşturulmuştur. Bu morfolojik model, dupleks (çift yönlü) modelleme türünde “Olay Alanı” ve Müdahale Alanı” şeklinde birbirleriyle bağlantılı iki ayrı alana sahip olacak biçimde oluşturulmuştur. GMA'nın analiz aşaması, iki adımda gerçekleştirilmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Ritchey 2007; Johansen 2017). Bu aşamanın ilk adımında morfolojik modelin temelini oluşturan morfolojik alanın (Ritchey 2015) “Olay Alanı”na ait parametrelerin tanımlanabilmesi için üç soru yöneltilmiştir (Johansen 2017): (i) kimyasal olayların meydana gelmesinde hangi tür *kimyasal maddeler* etkili olabilir? (ii) bu kimyasal maddeler nasıl *yayılım* gösterebilir? (iii) yayılım yollarına göre hangi yoğunluktaki *bölgeleri* etkileyebilirler? Akabinde morfolojik alanın “Müdahale Alanı”na ait parametrelerin tanımlanabilmesi için üç ayrı soru daha yöneltilmiştir: (iv) kimyasal olayların etki düzeylerine göre hangi *müdahale kapsamı/seviyeleri* belirlenebilir? (v) bu olaylara hangi *kamu kurum ve kuruluşları* müdahale edebilir? (vi) bu olaylara müdahalede hangi *ekipmanlar* kullanılabilir? Bu bağlamda, kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin altı parametre tanımlanarak morfolojik analiz gerçekleştirilmiştir. İlk üç parametre ile bir kimyasal olayın belirleyici yönleri; son üç parametre ile bir kimyasal olayda gerçekleştirilecek müdahalenin belirleyici yönleri yansıtılmaya

çalışılmıştır. Belirlenen altı parametrenin eşit derecede önemli, özet halinde, kolay anlaşılır, birbirinden bağımsız fakat birçok içsel bağlantıya sahip olmasına önem verilmiştir. Bu altı parametre ile bir kimyasal olay ve gerçekleştirilecek müdahale kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır (Johansen 2017; Stenstörn 2013; Kempf 2015). Birinci morfolojik modelin parametreleri sırayla “Kimyasal Madde Türü”, “Yayılma Yolu”, “Etkilenen Bölge”, “Müdahale Kapsamı/Seviyesi”, “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşları” ve “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” olarak belirlenmiştir.

GMA’nın analiz aşaması dahilinde gerçekleştirilen ikinci adımda, belirlenen her bir parametre ile ilgili değerler eksiksiz bir şekilde tanımlanmıştır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Ritchey 2007; Johansen 2017). “Kimyasal Madde Türü” parametresine ait değerleri, ayrı ayrı tüm kimyasal maddeler şeklinde tanımlamak yerine değer sayısının kontrol edilebilir olması için Dökmeci (2018)’nin “Kimyasal Madde Sınıflandırması”ndaki sınıflar ve Kenar ve Sezigen (2017)’in “Kimyasal Harp Maddelerinin Sınıflandırması”ndaki sınıflar birbirlerine dahil edilerek düzenlenmiştir ve düzenlenen her kimyasal madde sınıfı bir değer olarak tanımlanmıştır. Oluşturulan morfolojik alanda benzer özellik ve etkilere sahip kimyasal madde sınıfları, birinci parametreye ait değerlerdir. Bu değerler; ¹ “*HazMat (Tehlikeli Maddeler)*”, “*Sinir ajanları (GA, GB vb.)*”, “*Vezikan ajanlar (L, CX vb.)*”, “*Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)*”, “*Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)*”, “*Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)*”, “*Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)*” ve “*Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)*”dan oluşmaktadır. “Yayılma Yolu” parametresine ait değerler, Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’ndeki morfolojik kutuda yer alan “Yayılma Yolu” parametresine ait değerlerin (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009), kimyasal maddelere göre düzenlemesi ile tanımlanmıştır. Bu parametreye ait değerler; “*Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)*”, “*Besin/su aracılığıyla*”, “*Buhar, gaz ve aerosol formda*”, “*Patlayıcı aracılığıyla*” ve “*Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)*”dır. “Etkilenen Bölge” parametresine ait değerler, Savchenko (2018)’nin oluşturduğu morfolojik tabloda yer alan “Alan” ve “Bölge” parametrelerine ait değerlerin birbirlerine dahil edilmesiyle tanımlanmıştır. Bu

¹ Tez çalışması kapsamında belirlenen parametreler için tanımlanan tüm değerler ve geliştirilen dört senaryo dahilinde kullanılan tüm parametre değerleri italik fontta yazılmıştır.

değerler; “Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)”, “Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)”, “Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)”, “Kırsal/Taşra” ve “Nüfusun olmadığı bölge” den oluşmaktadır. Dördüncü ve beşinci parametre değerleri, Ritchey (2022)’e ait 52 morfolojik modelden oluşan katalogdaki 11. morfolojik modelde yer alan “Kriz Yönetimi Kapsamı” ve “Kriz Yönetiminde Yer Alan Başlıca Aktörler” parametrelerinin değerleri doğrultusunda tanımlanmıştır. Altıncı parametrenin yani “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” parametresinin değerleri de, Ritchey (2022)’e ait 49. morfolojik modelde yer alan “Mevcut Ekipman” parametresinin değerleri doğrultusunda tanımlanmıştır. Ancak “Müdahale Alanı”nda yer alan bu üç parametreye ait değerler; ülkemizde kimyasal olaylara müdahalede önem arz eden faktörler dikkate alınarak, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)’na (AFAD 2022) ve AFAD (2017)’a ait “Ülkemizdeki KBRN Olaylarından Örnek Vakalar ve Müdahale Yöntemleri”ne göre düzenlenmiştir. “Müdahale Kapsamı/Seviyesi” parametresine ait değerler; “Uluslararası (S4)”, “Ulusal (S3)”, “Bölgesel (S2)” ve “Yerel (S1)”dir. “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşları” parametresine ait değerler; “Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı”, “İçişleri Bakanlığı”, “AFAD”, “Sağlık Bakanlığı”, “Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı”, “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı”, “Tarım ve Orman Bakanlığı”, “Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı”, “Milli Savunma Bakanlığı”², “Türk Kızılay” ve “Belediyeye Bağlı Ekipler” olarak tanımlanmıştır. “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” parametresine yani altıncı parametreye ait değerler ise; “Arama-kurtarma ekipmanı”, “Seyyar hastane”, “Antidot”, “Yangın söndürme ekipmanı”, “Keşif-tespit ekipmanı”, “Numune alma ekipmanı”, “Dekontaminasyon ekipmanı”, “Barınma ekipmanı”, “Beslenme ekipmanı” ve “Enkaz kaldırma ekipmanı”ndan oluşmaktadır. Parametreler için tanımlanan değerlerin, en az örtüşmeye sahip olmasına ve parametrelerin tüm olası durumlarını kapsamasına önem verilmiştir (Stenstörn 2013). Analiz aşaması sonucunda birbirleriyle bağlantılı “Olay ve Müdahale Alanı”na sahip bir morfolojik alan elde

² Konya Akşehir Atakent’de 03.10.2015 tarihinde meydana gelen bir KBRN-P olayına, Milli Savunma Bakanlığı’na bağlı TSK KBRN Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı ekipleri müdahale etmiştir (AFAD 2017). Bu ilde veya çevre illerde meydana gelebilecek olası KBRN-P olaylarına bu ekiplerin tekrar müdahale etmesi söz konusudur. Bu sebeple, “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşları” parametresine “Milli Savunma Bakanlığı” bir değer olarak tanımlanmıştır.

edilmiştir. “Olay Alanı” ve “Müdahale Alanı” elde edilen morfolojik alan üzerinde kırmızı çizgi ile ayrılmıştır ve konumları belirtilmiştir (Tablo 5.1) (Bkz. EK 2).

GMA’nın sentez aşamasında oluşturulan morfolojik alandaki hangi konfigürasyonların uygun, olası veya tutarlı olduğunu ve hangilerinin olmadığını belirleyebilmek için ÇTD gerçekleştirilmiştir (Ritchey 2019). Oluşturulan morfolojik alandaki tüm parametre değerleri, Çapraz Tutarlılık Matrisi’nde ikili olarak karşılaştırılmıştır. Morfolojik alandaki parametre sayısının altı olması sebebiyle Çapraz Tutarlılık Matrisi’ndeki parametre bloklarının sayısı, $\frac{1}{2}N(N-1)$ formülü ile on beş olmaktadır (Ritchey 2012b; Ritchey 2015). ÇTD’de ilk olarak bu on beş parametre bloğu detaylı bir şekilde incelenmiştir ve her blok için “Bu iki parametre arasında ‘doğrudan’ bir ilişki var mı?” sorusuna net bir şekilde yanıt aranmıştır. Bu noktada; “Kimyasal Madde Türü” parametresi ile “Yayılma Yolu” parametresinin, “Yayılma Yolu” parametresi ile “Etkilenen Bölge” parametresinin, “Etkilenen Bölge” parametresi ile “Müdahale Kapsamı/Seviyesi” parametresinin, “Müdahale Kapsamı/Seviyesi” ile “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşları” parametresinin ve “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşları” parametresi ile “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” parametresinin doğrudan bağlantılı olduğu belirlenmiştir. Oluşturulan morfolojik alana ait ÇTM’deki bağlantılı parametre blokları renklendirilerek belirtilmiştir (Şekil 5.1). ÇTD’nin devamında, $8 \times 5 \times 5 \times 4 \times 11 \times 10 = 88\ 000$ olası konfigürasyona sahip morfolojik alandaki tutarsız veya çelişkili konfigürasyonların azaltılması için dahili tutarlılık değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir ve değer çiftlerinin Çapraz Tutarlılık Matrisi’ndeki hücreleri uygun değerlendirme anahtarları (Tablo 2.5.1.1.1) ile işaretlenmiştir (Ritchey 2012b; Ritchey 2015; Ritchey 2019). Değer çiftlerinin bir arada bulunup bulunmama yani tutarlı olma durumlarının tespit edilebilmesi adına her bir değer çifti için “... .. uyumlu mudur?” şeklinde soru sorulmuştur (Ritchey 2015). Örneğin, “*Ulusal (S3)*” ve “*Nüfusun olmadığı bölge*” değer çifti için ““Nüfusun olmadığı bölge’de meydana gelen bir kimyasal olayda ‘ulusal (S3)’ müdahale kapsamının/seviyesinin belirlenmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Bu sorunun cevabı “hayır” olmaktadır. Bu sebeple, ÇTM’deki değerlendirme hücresi “X” ile işaretlenmiştir. “*Keşif-tespit ekipmanı*” ve “*Türk Kızılay*” değer çifti için “Bir kimyasal olaya müdahale eden ‘Türk Kızılay’ı tarafından ‘keşif-tespit ekipmanı’nın kullanılması uyumlu mudur?” sorusu

sorulmuştur. Bu soru “hayır” ile cevaplandırıldığı için değer çiftine ait değerlendirme hücresi “X” ile işaretlenmiştir. “*Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı*” ve “*Sinir ajanları*” değer çifti için ““Sinir ajanları’nın yayılım gösterdiği bir kimyasal olayda ‘Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı’na bağlı kamu kurum ve kuruluşlarının müdahale etmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Bir kimyasal olayın psikolojik etki oluşturabileceği ve etkilenen kişilere psikolojik destek gerekebileceği göz önünde bulundurularak, bu soru “evet” ile cevaplandırılmıştır ve değerlendirme hücresi “—” ile işaretlenmiştir. “*Arama-kurtarma ekipmanı*” ve “*AFAD*” değer çifti için “Bir kimyasal olaya müdahale eden ‘AFAD’ tarafından ‘arama-kurtarma ekipmanı’nın kullanılması uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. TAMP kapsamında KBRN-P olaylarında arama-kurtarma faaliyetlerini yürütmek AFAD’ın görevi olmasından dolayı bu sorunun cevabı “evet” olmaktadır ve değer çiftine ait değerlendirme hücresi “—” ile işaretlenmiştir (AFAD 2022). “*Bölgesel (S2)*” ve “*Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)*” değer çifti için ““Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)’ bir bölgede meydana gelen bir kimyasal olayda ‘bölgesel (S2)’ müdahale kapsamının/seviyesinin belirlenmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Bu sorunun cevabı “imkansız değil ancak pek mümkün değil” olduğu için ÇTM’deki değerlendirme hücresi “?” ile işaretlenmiştir. “*Beslenme ekipmanı*” ve “*Besin/su aracılığıyla*” değer çifti için ““Besin/su aracılığıyla’ yayılım gösteren bir kimyasal maddenin meydana getirdiği olayda ‘beslenme ekipmanı’nın kullanılması uyumlu mudur?” sorusunun cevabı da “imkansız değil ancak pek mümkün değil” olduğu için değerlendirme hücresi “?” ile işaretlenmiştir. Bu doğrultuda, tüm değer çiftleri için uygun sorular sorulmuştur ve ÇTM’de yer alan değerlendirme hücreleri, verilen cevaplara uygun değerlendirme anahtarları ile işaretlenmiştir. ÇTM’ye ait tüm hücrelerin işaretlenmesiyle ÇTD işlemi tamamlanmıştır (Şekil 5.1) (Bkz. EK 3). Dahili olarak çelişkili veya farklı bir şekilde uyumsuz olan tüm ilişkilerin belirlenmesiyle yani ÇTD’nin tamamlanmasıyla, çözüm uzayı oluşturulmuştur. Çözüm uzayı, hangi değerlerin bir arada bulunabileceği (Ritchey 2015) ve kombinasyonlar oluşturulabileceği konusunda yol gösterici olup senaryolar geliştirilirken yardımcı olmuştur.

ÇTD işlemi tamamlanan morfolojik alan, morfolojik model olarak nitelendirilmektedir (Ritchey 2015) (Bkz. EK 1). Bu bağlamda, “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı

ile “Olay ve Müdahale Alanı” şeklinde birbirleriyle bağlantılı iki ayrı alana sahip bir morfolojik model oluşturulmuştur (Tablo 5.1) (Bkz. EK 2). Bu morfolojik modelde “Olay Alanı” girdi, “Müdahale Alanı” çıktı olarak ele alınmıştır ve en kötü ve muhtemel senaryo niteliğine sahip iki farklı senaryo geliştirilmiştir.

En kötü senaryo geliştirilirken birinci morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*HazMat (Tehlikeli Maddeler)*”, “*Patlayıcı aracılığıyla*” ve “*Yoğun Kentsel (Metropol/Şehir)*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle; “Müdahale Alanı”nda yer alan “*Bölgesel (S2)*”, “*Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı*”, “*İçişleri Bakanlığı*”, “*AFAD*”, “*Sağlık Bakanlığı*”, “*Çevre Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı*”, “*Tarım ve Orman Bakanlığı*”, “*Belediyeye Bağlı Ekipler*”, “*Arama-kurtarma ekipmanı*”, “*Yangın söndürme ekipmanı*”, “*Numune alma ekipmanı*”, “*Dekontaminasyon ekipmanı*” ve “*Enkaz kaldırma ekipmanı*” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.2) (Bkz. EK 4).

Muhtemel senaryo geliştirilirken birinci morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)*”, “*Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)*” ve “*Hafif Kentsel (Mahalle/Birkaç bina)*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle, “Müdahale Alanı”nda yer alan “*Yerel (S1)*”, “*İçişleri Bakanlığı*”, “*AFAD*”, “*Sağlık Bakanlığı*”, “*Belediyeye Bağlı Ekipler*”, “*Antidot*”, “*Keşif-tespit ekipmanı*”, “*Numune alma ekipmanı*” ve “*Dekontaminasyon ekipmanı*” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.3) (Bkz. EK 5).

Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda birinci morfolojik modelden yani “*Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli*”nden elde edilen “*Örnek Senaryo 1*” ve “*Örnek Senaryo 2*”nin yazımı gerçekleştirilmiştir.

Birinci morfolojik model oluşturulduktan ve bu morfolojik model aracılığıyla en kötü ve muhtemel senaryo niteliğinde iki senaryo geliştirildikten sonra kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçları ile ilgili senaryolar geliştirebilmek ve senaryo geliştirme modeli oluşturma konusunda ikinci bir örnek niteliğinde olabilmesi amacıyla “*Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli*” başlığı ile ikinci morfolojik model

oluşturulmuştur. Bu morfolojik model de, GMA prosedürleri izlenerek dupleks (çift yönlü) modelleme türünde ve “Olay Alanı” ve “Sonuç Alanı”na sahip olacak biçimde oluşturulmuştur. GMA’nın analiz aşamasına ait ilk adımda morfolojik modelin temelini oluşturan morfolojik alanın (Ritchey 2015) “Olay Alanı”na ait parametrelerin tanımlanabilmesi için dört soru yöneltilmiştir (Johansen 2017): (i) kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylarda hangi tür *kimyasal maddeler* etkili olabilir? (ii) bu kimyasal maddelerin dağıtılmasında hangi *yayılma yolları* kullanılabilir? (iii) bu kimyasal maddelerin kasıtlı olarak yayılım göstermesini sağlayan ne tür *aktörler/tehditler* olabilir? (iv) bu aktörlerin/tehditlerin ne tür *amaçları* olabilir? Devamında morfolojik alanın “Sonuç Alanı”na ait parametrelerin tanımlanabilmesi için üç ayrı soru daha yöneltilmiştir: (v) kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar sonucunda hangi *sektörler doğrudan etkilenebilir*? (vi) kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar neticesinde *fiziksel güvenliğe ilişkin hangi sonuçlar* ortaya çıkabilir? (vii) kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar neticesinde *sosyal ve siyasi dengeye ilişkin hangi sonuçlar* ortaya çıkabilir? Bu bağlamda, kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin yedi parametre tanımlanarak morfolojik analiz gerçekleştirilmiştir. İlk dört parametre ile kasıtlı olarak meydana gelebilecek bir kimyasal olayın belirleyici yönleri; son üç parametre ile kasıtlı bir kimyasal olay neticesinde ortaya çıkabilecek sonuçların belirleyici yönleri yansıtılmaya çalışılmıştır. Birinci morfolojik modelde olduğu gibi ikinci morfolojik modelde de belirlenen parametrelerin eşit derecede önemli, özet halinde, kolay anlaşılır, birbirinden bağımsız fakat birçok içsel bağlantıya sahip olmasına önem verilmiştir. Bu yedi parametre ile kasıtlı olarak meydana gelebilecek bir kimyasal olay ve sonuçları kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır (Johansen 2017; Stenstörn 2013; Kempf 2015). İkinci morfolojik modelin parametreleri sırayla “Kimyasal Madde Türü”, “Yayılma Yolu”, “Aktör/Tehdit”, “Amaç”, “Doğrudan Etkilenen Sektörler”, “Fiziksel Güvenliğe İlişkin Sonuçlar” ve “Sosyal ve Siyasi Dengeye İlişkin Sonuçlar” olarak belirlenmiştir.

Analiz aşaması dahilinde gerçekleştirilen ikinci adımda, morfolojik alan için belirlenen her bir parametre ile ilgili değerler eksiksiz bir şekilde tanımlanmıştır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Ritchey 2007; Johansen 2017). Tez çalışması kapsamında kimyasal olaylar ile ilgili örnek senaryolar

geliştirilmesi ve bu senaryoların GMA ile oluşturulan senaryo geliştirme modelleri aracılığıyla geliştirilmesi amaçlandığı için birinci morfolojik modelde olduğu gibi ikinci morfolojik modelin de ilk iki parametresi “Kimyasal Madde Türü” ve “Yayılma Yolu” olarak belirlenmiştir. “Kimyasal Madde Türü” parametresine ait değerler, birinci senaryo geliştirme modelinde olduğu gibi Dökmeci (2018)’nin “Kimyasal Madde Sınıflandırması”ndaki sınıfların ve Kenar ve Sezigen (2017)’in “Kimyasal Harp Maddelerinin Sınıflandırması”ndaki sınıfların birbirlerine dahil edilmesiyle düzenlenen her kimyasal madde sınıfı bir değer olarak tanımlanmıştır. Bu parametreye ait değerler “*HazMat (Tehlikeli Maddeler)*”, “*Sinir ajanları (GA, GB vb.)*”, “*Vezikan ajanlar (L, CX vb.)*”, “*Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)*”, “*Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)*”, “*Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)*”, “*Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)*” ve “*Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)*”dır. Benzer biçimde “Yayılma Yolu” parametresine ait değerler de, Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’ndeki morfolojik kutuda yer alan “Yayılma Yolu” parametresine ait değerlerin (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009), kimyasal maddelere göre düzenlemesi ile tanımlanmıştır. Bu parametrenin değerleri; “*Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)*”, “*Besin/su aracılığıyla*”, “*Buhar, gaz ve aerosol formda*”, “*Patlayıcı aracılığıyla*” ve “*Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)*”dan oluşmaktadır. Üçüncü parametre yani “Aktör/Tehdit” parametresinin değerleri; Ritchey (2022)’e ait 43. morfolojik modelde yer alan “Aktör/tehdit” parametresinin değerlerinin, Norveç savunma planlamasına ait senaryo sınıflarının modellenmesinde kullanılan morfolojik tablo dahilindeki “Aktör” parametresinin değerlerinin (Johansen 2006; Johansen 2022; Johansen 2017) ve Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde öneri niteliğinde yer alan morfolojik kutudaki “Aktör” parametresinin değerlerinin (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009) kimyasal maddelerin kasıtlı olarak yayılım göstermesine neden olabilecek aktörlere/tehditlere göre düzenlenmesiyle tanımlanmıştır. Bu değerler; “*Devlet*”, “*Uluslararası örgüt*”, “*Terör örgütü*”, “*Organize suç örgütü*”, “*Aşırılık yanlısı gruplar*”, “*Aktivistler*”, “*KBRN-P uzman(lar)ı*” ve “*Küçük üretici*”den oluşmaktadır. “Amaç” parametresinin değerleri; Norveç savunma planlamasına ait senaryo sınıflarının modellenmesinde kullanılan morfolojik tablo dahilindeki “Amaç”

parametresinin değerleri (Johansen 2006; Johansen 2022; Johansen 2017), Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde öneri niteliğinde yer alan morfolojik kutudaki “Amaç” parametresinin değerleri (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009) ve Ritchey (2022)’e ait 14. morfolojik modelde yer alan “Neden/amaç” parametresinin değerleri doğrultusunda, kimyasal maddelerin kasıtlı olarak dağıtılması konusunda harekete geçirebilecek amaçlara göre düzenlenmesiyle tanımlanmıştır. Bu parametreye ait değerler; “Siyasi imtiyaz elde etmek”, “Rejim değişikliği”, “Bölgenin kontrolünü ele geçirmek”, “Suikast”, “Ekonomik kazanç elde etmek”, “Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)”, “Sabotaj”, ve “Korku ve panik oluşturmak” olarak tanımlanmıştır. “Doğrudan Etkilenen Sektörler” parametresinin değerleri, Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer alan etki değerlendirmesine ilişkin kritik altyapı sektörleri (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009) ve Ritchey (2022)’e ait 11. morfolojik modelde yer alan “Doğrudan Etkilenen Sektörler” parametresinin değerleri doğrultusunda tanımlanmıştır. Bu değerler; “Devlet yönetimi”, “Enerji”, “Sağlık”, “Ulaştırma”, “İçme suyu”, “Tarım ve gıda”, “Kritik kamu hizmetleri” ve “Telekomünikasyon/Siber”dir. “Fiziksel Güvenliğe İlişkin Sonuçlar” parametresinin değerleri, Ritchey (2022)’e ait 14. morfolojik modelde yer alan “Etik sınırlar” parametresinin değerleri ve Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer alan etki değerlendirmesindeki kritik ülke çıkarları ile ilgili “fiziksel emniyet ve güvenlik etki kriterleri” (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009) doğrultusunda tanımlanmıştır. Bu değerler; “lmler”, “Uzun vadeli etkiler”, “Ciddi yaralanma”, “Hafif yaralanma”, “Psikolojik etki” ve “Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği”nden oluşmaktadır. Yedinci parametre yani “Sosyal ve Siyasi Dengeye İlişkin Sonuçlar” parametresinin değerleri, Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer alan etki değerlendirmesindeki kritik ülke çıkarları ile ilgili “sosyal ve siyasi denge etki kriterleri” (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009) doğrultusunda tanımlanmıştır. Bu parametreye ait değerler; “Devlet sisteminin ihlali”, “lkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali”, “Makro veya

mikroekonomik etki”, “*Eğitim sisteminin ihlali*”, “*Sivil kargaşa*” ve “*Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma*” olarak tanımlanmıştır. İkinci morfolojik modelin temelini oluşturan morfolojik alan dahilindeki parametreler için tanımlanan değerlerin, en az örtüşmeye sahip olmasına ve parametrelerin tüm olası durumlarını kapsamalarına önem verilmiştir (Stenstörn 2013). Analiz aşaması sonucunda dupleks (çift yönlü) modelleme türünde birbiriyle bağlantılı “Olay ve Sonuç Alanı”na sahip bir morfolojik alan elde edilmiştir. “Olay Alanı” ve “Sonuç Alanı” elde edilen morfolojik alan üzerinde kırmızı çizgi ile ayrılmıştır ve konumları belirtilmiştir (Tablo 5.4) (Bkz. EK 6).

GMA’nın sentez aşaması dahilinde ikinci morfolojik alandaki tüm parametre değerleri, ÇTM’de ikili olarak karşılaştırılmıştır ve değer çiftlerine ait değerlendirme hücreleri uygun değerlendirme anahtarları ile işaretlenerek ÇTD işlemi gerçekleştirilmiştir (Ritchey 2019). Morfolojik alandaki parametre sayısının yedi olmasından dolayı Çapraz Tutarlılık Matrisi’ndeki parametre bloklarının sayısı, $\frac{1}{2}N(N-1)$ formülü ile yirmi bir olmaktadır (Ritchey 2012b; Ritchey 2015). ÇTM’deki bu yirmi bir parametre bloğu detaylı bir şekilde incelenmiştir ve her blok için “Bu iki parametre arasında ‘doğrudan’ bir ilişki var mı?” sorusuna net bir şekilde yanıt aranmıştır. Bu bağlamda; “Kimyasal Madde Türü” parametresi ile “Yayılma Yolu”, “Aktör/Tehdit” ve “Fiziksel Güvenliğe İlişkin Sonuçlar” parametrelerinin, “Aktör/Tehdit” parametresi ile “Amaç” ve “Sosyal ve Siyasi Dengeye İlişkin Sonuçlar” parametrelerinin, “Amaç” parametresi ile “Doğrudan Etkilenen Sektörler”, “Fiziksel Güvenliğe İlişkin Sonuçlar” ve Sosyal ve Siyasi Dengeye İlişkin Sonuçlar” parametrelerinin doğrudan bağlantılı olduğu belirlenmiştir. İkinci morfolojik alana ait ÇTM’deki bağlantılı parametre blokları renklendirilerek belirtilmiştir (Şekil 5.2). ÇTD’nin devamında, tutarsız veya çelişkili konfigürasyonların azaltılması için $8 \times 5 \times 8 \times 8 \times 8 \times 6 \times 6 = 737\ 280$ olası konfigürasyona sahip bu morfolojik alanda dahili tutarlılık değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Çapraz Tutarlılık Matrisi’nde değer çiftlerine karşılık gelen hücreler, uygun değerlendirme anahtarları (Tablo 2.5.1.1.1) ile işaretlenmiştir (Ritchey 2012b; Ritchey 2015; Ritchey 2019). Değer çiftlerinin bir arada bulunup bulunmama yani tutarlı olma durumlarının tespit edilebilmesi adına ikinci morfolojik alanda yer alan her bir değer çifti için “... .. uyumlu mudur?” şeklinde soru sorulmuştur (Ritchey 2015). Örneğin, “Devlet” ve “Diğer ajanlar

(*Novichok, Portakal gazı*)” değer çifti için “Bir ‘devlet’ tarafından ‘diğer ajanlar (Novichok, Portakal gazı)’ kullanılarak kasıtlı bir kimyasal olayın gerçekleştirilmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Novichok ve portakal gazı, KSK’da yasaklanmadığı ve bu ajanların kullanımı ile KSK ihlal edilmediği (OPCW 2020) için bu soru “evet” ile cevaplandırılmıştır ve değerlendirme hücresi “–” ile işaretlenmiştir. “Devlet sisteminin ihlali” ve “Devlet” değer çifti için “Bir ‘devlet’ tarafından başka bir devlete yönelik gerçekleştirilen kasıtlı bir kimyasal olayın ‘devlet sisteminin ihlali’ne yol açması uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Bu soru da “evet” ile cevaplandırıldığı için değer çiftine ait değerlendirme hücresi “–” ile işaretlenmiştir. “Telekomünikasyon/Siber” ve “Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (*pasif*)” değer çifti için “‘Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (*pasif*)’ ile meydana gelen kasıtlı bir kimyasal olayda ‘telekomünikasyon/siber’ sektörünün doğrudan etkilenmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Bu sorunun cevabı “hayır” olduğu için değer çiftine ait değerlendirme hücresi “X” ile işaretlenmiştir. “Ekonomik kazanç elde etmek” ve “Devlet” değer çifti için “Bir ‘devlet’ tarafından ‘ekonomik kazanç elde etmek’ amacıyla kasıtlı bir kimyasal olay gerçekleştirilmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur ve bu sorunun cevabı da “hayır” olduğu için değerlendirme hücresi “X” ile işaretlenmiştir. “Devlet” ve “Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (*Risin ve Saksitoksin*)” değer çifti için “Bir ‘devlet’ tarafından ‘biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (*risin ve saksitoksin*)’ kullanılarak kasıtlı bir kimyasal olayın gerçekleştirilmesi uyumlu mudur?” sorusu sorulmuştur. Risin ve saksitoksin gibi biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar da dahil olmak üzere kimyasal silahların üretilmesi, geliştirilmesi, stoklanması ve kullanılması KSK ile yasaklanmıştır (OPCW 2020). KSK’ye ve KSYÖ tarafından gerçekleştirilen kontrollere rağmen bu tür kimyasal maddeler üretilmeye ve kullanılmaya devam etmektedir (Dökmeci 2018). Bu sebeple, bu sorunun cevabı “imkansız değil ancak pek mümkün değil” olmaktadır ve değer çiftine ait değerlendirme hücresi “?” ile işaretlenmiştir. “Eğitim sisteminin ihlali” ve “Korku ve panik oluşturmak” değer çifti için “‘Korku ve panik oluşturmak’ amacıyla gerçekleştirilen kasıtlı bir kimyasal olayın ‘eğitim sisteminin ihlali’ne yol açması uyumlu mudur? sorusu sorulmuştur. Bu sorunun cevabı da “imkansız değil ancak pek mümkün değil” olduğu için ÇTM’deki değerlendirme hücresi “?” ile işaretlenmiştir. Bu doğrultuda, ikinci morfolojik alana ilişkin tüm değer çiftleri için

uygun sorular sorulmuştur ve ÇTM’de yer alan değerlendirme hücreleri, verilen cevaplara uygun değerlendirme anahtarları ile işaretlenmiştir. ÇTM’ye ait tüm hücrelerin işaretlenmesiyle ikinci morfolojik alan için ÇTD işlemi tamamlanmıştır (Şekil 5.2) (Bkz. EK 7). Dahili olarak çelişkili veya farklı bir şekilde uyumsuz olan tüm ilişkilerin belirlenmesiyle yani ÇTD’nin tamamlanmasıyla, çözüm uzayı oluşturulmuştur. Çözüm uzayı, hangi değerlerin bir arada bulunabileceği (Ritchey 2015) ve kombinasyonlar oluşturulabileceği konusunda yol gösterici olup ikinci morfolojik model aracılığıyla senaryolar geliştirilmesi konusunda yardımcı olmuştur.

ÇTD işleminin tamamlanmasıyla ikinci morfolojik alan, morfolojik model niteliği kazanmıştır (Ritchey 2015) (Bkz. EK 1). Bu bağlamda, “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı ile “Olay ve Sonuç Alanı” şeklinde birbirleriyle bağlantılı iki ayrı alana sahip bir morfolojik model oluşturulmuştur (Tablo 5.4) (Bkz. EK 6). Bu morfolojik modelde “Olay Alanı” girdi, “Sonuç Alanı” çıktı olarak ele alınmıştır ve en kötü ve muhtemel senaryo niteliğine sahip iki farklı senaryo geliştirilmiştir.

En kötü senaryo geliştirilirken ikinci morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*Sinir ajanları (GA, GB vb.)*”, “*Vezikan ajanlar (L, CX vb.)*”, “*Buhar, gaz ve aerosol formda*”, “*Uluslararası örgüt*” ve “*Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle; “Sonuç Alanı”nda yer alan “*Devlet yönetimi*”, “*Kritik kamu hizmetleri*”, “*Ölümler*”, “*Uzun vadeli etkiler*”, “*Ciddi yaralanma*”, “*Hafif yaralanma*”, “*Psikolojik etki*”, “*Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali*”, “*Makro veya mikroekonomik etki*”, ve “*Sivil kargaşa*” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.5) (Bkz. EK 8).

Muhtemel senaryo geliştirilirken ikinci morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)*”, “*Besin/su aracılığıyla*”, “*KBRN-P uzman(lar)ı*” ve “*Sabotaj*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle, “Sonuç Alanı”nda yer alan “*İçme suyu*”, “*Tarım ve gıda*”, “*Ölümler*”, “*Uzun vadeli etkiler*”, “*Ciddi yaralanma*”, “*Psikolojik etki*”, “*Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği*”, “*Sivil kargaşa*” ve “*Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma*” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.6) (Bkz. EK 9).

Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda ikinci morfolojik modelden yani “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli”nden elde edilen “Örnek Senaryo 3” ve “Örnek Senaryo 4”ün yazımı gerçekleştirilmiştir.

5. BULGULAR

Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında, gelecekte yaşanması olası kimyasal olaylara yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılması amacıyla kimyasal olaylar ile ilgili iki farklı morfolojik model oluşturulmuştur (Bkz. EK 2; EK 6) (Tablo 5.1; Tablo 5.4). Bu iki ayrı morfolojik modelde yer alan parametre değerlerinin kendi içinde tutarlı olma durumlarını değerlendirmek ve senaryo geliştirme sürecini desteklemek için iki ayrı ÇTD elde edilmiştir (Bkz. EK 3; EK 7) (Şekil 5.1; Şekil 5.2). Oluşturulan iki morfolojik model aracılığıyla (Bkz. EK 4; EK 5; EK 8; EK 9) (Tablo 5.2; Tablo 5.3; Tablo 5.5; Tablo 5.6) dört farklı örnek kimyasal olay senaryosu geliştirilmiştir.

Birinci Morfolojik Modelin Oluşturulması

Birinci morfolojik model, kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili senaryolar geliştirilirken kullanılabilmesi için “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı ile GMA prosedürleri izlenerek dupleks (çift yönlü) modelleme türünde “Olay Alanı” ve Müdahale Alanı” şeklinde birbirleriyle bağlantılı iki ayrı alana sahip olacak biçimde oluşturulmuştur (Tablo 5.1) (Bkz. EK 2). Bu morfolojik model oluşturulurken GMA’nın sentez aşamasında gerçekleştirilen ÇTD ile Şekil 5.1’de yer alan matris oluşturulmuştur (Bkz. EK 3). Bu matriste, birinci morfolojik modelde yer alan parametre değerlerinin tutarlı ve uyumlu olma durumu ikili olarak değerlendirilmiştir ve değer çiftlerine karşılık gelen değerlendirme hücreleri Tablo 2.5.1.1.1’de açıklanan değerlendirme anahtarları (Ritchey 2015; Ritchey 2012b) ile işaretlenmiştir. ÇTD’nin gerçekleştirilmesi ile hangi parametre değerlerinin birbirleriyle tutarlı olduğu ve kombinasyonlar oluşturulabileceği belirlenmiştir ve senaryo geliştirme süreci desteklenmiştir. Bu doğrultuda, birinci senaryo geliştirme modelinin “Olay Alanı”

girdi, “Müdahale Alanı” çıktı olarak ele alınmıştır ve en kötü ve muhtemel senaryo niteliğine sahip iki farklı senaryo geliştirilmiştir.

Tablo 5.1. Olası kimyasal olaylar ve gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin senaryo geliştirme modeli (Bkz. EK 2).

Olay Alanı			Müdahale Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-kurtarma ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın söndürme ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-tespit ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune alma ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz Kaldırma ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

“Enkaz kaldırma ekipmanı” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.2) (Bkz. EK 4). Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda “Örnek Senaryo 1”in yazımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.2. Örnek senaryo 1 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve müdahale alanından belirlenen (çıkıtı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 4).

Olay Alanı			Müdahale Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SE VİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-kurtarma ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın söndürme ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-tespit ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune alma ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz kaldırma ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

Örnek Senaryo 1: Bir *büyükşehirimizde* bulunan ve aktif olarak çalışır durumdaki bir boya fabrikasında sabah saatlerinde bir *HazMat* olayı meydana gelmiştir. Bu olay, fabrikada bakımsız durumdaki iki boya kazanının aynı anda *patlaması* sonucunda gerçekleşmiştir. İlk belirlemelere göre 45 fabrika işçisinden 10'u patlama esnasında yaşamını yitirmiştir ve 20 işçi ağır yaralanmıştır. Fabrikanın konumunun şehirde yaşayanların sık kullandığı bir yolun yakınında olmasından ve sabah saatlerinde ulaşımın yoğun olmasından dolayı kimyasal patlama neticesinde fabrika işçileri haricinde 3 kişi daha hayatını kaybetmiştir ve 10 kişi de yaralanmıştır. Bu kimyasal olayın şehirde oluşturduğu etki düzeyi sebebiyle destek illerin takviyesine ihtiyaç duyulmuştur ve müdahale kapsamı/seviyesi *bölgesel (S2)* olarak belirlenmiştir. *İçişleri Bakanlığı*'na bağlı ekipler ve *belediyeye bağlı zabıta ekipleri* tarafından olay yeri güvenliği sağlanmıştır ve olay yeri sıcak, ılık ve soğuk alan şeklinde üçe ayrılmıştır. Patlama nedeniyle ortaya çıkan kimyasal gazaya yönelik *AFAD* ekipleri tarafından ivedilikle *dekontaminasyon* gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Aynı zamanda bu ekipler tarafından *numune alma* işlemi ve patlama sonucunda enkaz altında kalanlar için *arama-kurtarma* çalışmaları da başlatılmıştır. *Yangın söndürme* işlemi için *belediyeye bağlı itfaiye ekipleri*; yaralılara müdahale için *Sağlık Bakanlığı*'na bağlı ekipler olay yerine intikal etmiştir. Acil durum çalışmaları tamamlandıktan sonra ulaşım ve alt yapı çalışmaları için *Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı*'na bağlı ekipler, *enkaz kaldırma* ve hasar tespit çalışmaları için *Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı*'na bağlı ekipler ve fabrika çevresindeki tarım alanları ile ilgili çalışma gerçekleştirmek ve olaydan etkilenen hayvanlara müdahale için *Tarım ve Orman Bakanlığı*'na bağlı ekipler olay yerine intikal etmiştir. Ön iyileştirme çalışmalarının da tamamlanmasıyla bu kimyasal patlama olayına yönelik operasyon servisinin gerçekleştireceği müdahale tamamlanmıştır.

Örnek Senaryo 2'nin Geliştirilmesi

Birinci senaryo geliştirme modeli aracılığıyla muhtemel senaryo niteliğindeki “Örnek Senaryo 2” geliştirilirken morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)*”, “*Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)*” ve “*Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle, “Müdahale Alanı”nda yer alan “*Yerel (S1)*”, “*İçişleri Bakanlığı*”, “*AFAD*”, “*Sağlık Bakanlığı*”, “*Milli Savunma Bakanlığı*”, “*Belediyeye Bağlı Ekipler*”, “*Antidot*”,

“Keşif-tespit ekipmanı”, “Numune alma ekipmanı” ve “Dekontaminasyon ekipmanı” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.3) (Bkz. EK 5). Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda “Örnek Senaryo 2”nin yazımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.3. Örnek senaryo 2 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve müdahale alanından belirlenen (çıkıtı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 5).

Olay Alanı			Müdahale Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-kurtarma ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın söndürme ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-tespit ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune alma ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz kaldırma ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

Örnek Senaryo 2: Bir ilçemizin jandarma komutanlığı binasına doğru *rüzgar vasıtasıyla (pasif)* renksiz bir duman bulutunun yayılım gösterdiği gözlemlenmiştir. Olay yeri, *İçişleri Bakanlığı*’na bağlı ekipler ve *belediyeye bağlı zabıta ekipleri* tarafından kordon altına alınmıştır ve sıcak, ılık ve soğuk alan şeklinde üçe ayrılmıştır. Jandarma komutanlığı binasının ilçe merkezinden uzak olması ve sadece bu *binanın çevresinde* bulunan kişilerde etkilenme olmasından dolayı müdahale kapsamı/seviyesi *yerel (S1)* olarak belirlenmiştir. *Keşif-tespit, dekontaminasyon ve numune alma* çalışmaları, olayın meydana geldiği ilçenin bağlı olduğu ilde bulunan *Milli Savunma Bakanlığı* Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) KBRN Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı ekipleri ve AFAD ekipleri tarafından ivedilikle başlatılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda ve etkilenen kişilerde gözlemlenen belirtiler üzerine duman bulutunun oluşmasına sebebiyet veren maddenin, *sağ dışı edici ajanlardan BZ maddesi (3-Quinuclidinyl Benzilate)* olduğu tespit edilmiştir. Kasıtlı olarak serbest bırakıldığı tespit edilen bu maddenin *antidotu* olan *fizostigmin*, olay yerine intikal etmiş *Sağlık Bakanlığı*’na bağlı ekipler tarafından etkilenen kişilere uygulanmaya başlanmıştır. Jandarma komutanlığı binası çevresinde BZ’den etkilenen kişilerin semptomatik tedavi için hastaneye nakil edilmeleri üzerine meydana gelen bu kasıtlı kimyasal olaya yönelik operasyon servisinin gerçekleştireceği müdahale tamamlanmıştır.

İkinci Morfolojik Modelin Oluşturulması

Birinci morfolojik model oluşturulduktan ve bu morfolojik model aracılığıyla “Örnek Senaryo 1” ve “Örnek Senaryo 2” geliştirildikten sonra kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçları ile ilgili senaryolar geliştirebilmek ve senaryo geliştirme modeli oluşturma konusunda ikinci bir örnek niteliğinde olabilmesi amacıyla GMA prosedürleri tekrarlanarak dupleks (çift yönlü) modelleme türünde ikinci morfolojik model oluşturulmuştur. Bu morfolojik model, “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı ile “Olay Alanı” ve “Sonuç Alanı”na sahip olacak biçimde oluşturulmuştur (Tablo 5.4) (Bkz. EK 6). İkinci morfolojik model oluşturulurken GMA’nın sentez aşaması dahilinde gerçekleştirilen ÇTD ile Şekil 5.2’de yer alan matris oluşturulmuştur (Bkz. EK 7). Bu matriste, ikinci morfolojik modelde yer alan parametre değerlerinin tutarlı ve uyumlu olma durumu ikili olarak değerlendirilmiştir ve değer çiftlerine karşılık gelen değerlendirme hücreleri uygun değerlendirme

anahtarları (Ritchey 2015; Ritchey 2012b) ile işaretlenmiştir. ÇTD'nin gerçekleştirilmesi ile ikinci senaryo geliştirme modelindeki hangi parametre değerlerinin birbirleriyle tutarlı olduğu ve kombinasyonlar oluşturulabileceği belirlenmiştir ve senaryo geliştirme süreci desteklenmiştir. Bu doğrultuda, ikinci senaryo geliştirme modelinin “Olay Alanı” girdi, “Sonuç Alanı” çıktı olarak ele alınmıştır ve en kötü ve muhtemel senaryo niteliğine sahip iki farklı senaryo geliştirilmiştir.

Tablo 5.4. Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin senaryo geliştirme modeli (Bkz. EK 6).

Olay Alanı				Sonuç Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENEYE İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma

Tablo 5.4. (Devamı) Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin senaryo geliştirme modeli (Bkz. EK 6).

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGEE İLİŞKİN SONUÇLAR
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

	KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR/TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR
	HazMat Sıvı ajanlar Veziyon ajanlar Kan zehirlenici ajanlar Boğucu ajanlar Saf dış etici ajanlar Diğer ajanlar Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (akut) Besin/su aracılığıyla Buhar, gaz ve aerosol formda Patlayıcı aracılığıyla Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Besin/su aracılığıyla Buhar, gaz ve aerosol formda Patlayıcı aracılığıyla Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif) Devlet Uluslararası örgüt Terör örgütü Organize suç örgütü Asırlık yarılsı gruplar Aktivistler KBRN-P uzman(lar)ı Küçük üretici	Siyasi imtiyaz elde etmek Rejim değişikliği Bölgenin kontrolünü ele geçirmek Sukast Ekonomik kazanç elde etmek Tahrifat ve kontaminasyon Sabotaj Korku ve panik oluşturmak Devlet yönetimi Enerji Sağlık Ulaştırma İçme suyu Tarım ve gıda Kritik kamu hizmetleri Telekomünikasyon/Siber Ölümler Uzun vadeli etkiler Ciddi yaralanma Hafif yaralanma Psikolojik etki Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Devlet Uluslararası örgüt Terör örgütü Organize suç örgütü Asırlık yarılsı gruplar Aktivistler KBRN-P uzman(lar)ı Küçük üretici	Devlet yönetimi Enerji Sağlık Ulaştırma İçme suyu Tarım ve gıda Kritik kamu hizmetleri Telekomünikasyon/Siber Ölümler Uzun vadeli etkiler Ciddi yaralanma Hafif yaralanma Psikolojik etki Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Devlet yönetimi Enerji Sağlık Ulaştırma İçme suyu Tarım ve gıda Kritik kamu hizmetleri Telekomünikasyon/Siber Ölümler Uzun vadeli etkiler Ciddi yaralanma Hafif yaralanma Psikolojik etki Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği
YAYILMA YOLU	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme Besin/su aracılığıyla Buhar, gaz ve aerosol formda Patlayıcı aracılığıyla Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)					
AKTÖR/TEHDİT	Devlet Uluslararası örgüt Terör örgütü Organize suç örgütü Asırlık yarılsı gruplar Aktivistler KBRN-P uzman(lar)ı Küçük üretici					
AMAÇ	Siyasi imtiyaz elde etmek Rejim değişikliği Bölgenin kontrolünü ele geçirmek Sukast Ekonomik kazanç elde etmek Tahrifat ve kontaminasyon Sabotaj Korku ve panik oluşturmak					
DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	Devlet yönetimi Enerji Sağlık Ulaştırma İçme suyu Tarım ve gıda Kritik kamu hizmetleri Telekomünikasyon/Siber					
FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	Ölümler Uzun vadeli etkiler Ciddi yaralanma Hafif yaralanma Psikolojik etki Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği					
SOSYAL VE SİYASİ DENGEE İLİŞKİN SONUÇLAR	Devlet sisteminin ihlali Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali Makro veya mikroekonomik etki Eğitim sisteminin ihlali Sivil kargaşa Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma					

Şekil 5.2. Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin senaryo geliştirme modelinin çapraz tutarlılık değerlendirmesi (Detaylı görünüm için bkz. EK 7).

Örnek Senaryo 3'ün Geliştirilmesi

İkinci senaryo geliştirme modeli aracılığıyla en kötü senaryo niteliğindeki “Örnek Senaryo 3” geliştirilirken morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “Sinir ajanları (GA, GB vb.)”, “Vezikan ajanlar (L, CX vb.)”, “Buhar, gaz ve aerosol formda”, “Uluslararası örgüt” ve “Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle; “Sonuç Alanı”nda yer alan “Devlet yönetimi”, “Kritik kamu hizmetleri”, “Ölümler”, “Uzun vadeli etkiler”, “Ciddi yaralanma”, “Hafif yaralanma”, “Psikolojik etki”, “Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali”, “Makro veya mikroekonomik etki”, ve “Sivil kargaşa” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.5) (Bkz. EK 8). Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda “Örnek Senaryo 3”ün yazımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.5. Örnek senaryo 3 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve sonuç alanından belirlenen (çıkıtı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 8).

Olay Alanı				Sonuç Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENE SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGEE İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali

Tablo 5.5. (Devamı) Örnek senaryo 3 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve sonuç alanından belirlenen (çıktı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 8).

Olay Alanı				Sonuç Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGEE İLİŞKİN SONUÇLAR
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

Örnek Senaryo 3: Bir ülkenin başkentinde ve büyükşehirlerinde bulunan büyükelçilik binalarında tahribat ve kontaminasyon oluşturmak amacıyla uluslararası bir örgütün üyeleri, önce hardal gazının sonra da Vx'in aerosol formda yayılım göstermesini sağlayarak eş zamanlı kimyasal olaylar gerçekleştirmiştir. Bir gün içinde gerçekleştirilen bu kasıtlı kimyasal olaylar sonucunda, hardal gazı ve Vx'in serbest bırakıldığı noktada bulunan büyükelçilik görevlilerinde ölümler ve ciddi yaralanmalar meydana gelmiştir. Bu kimyasal ajanların serbest bırakıldığı noktaya daha uzakta bulunan ve kontamine nesnelerle temas eden görevlilerde, büyükelçilerde ve bu

olayların meydana geldiği büyükelçilik binalarının yakınında ikamet eden kişilerde *hafif yaralanmalar* meydana gelmiştir. Kasıtlı olarak serbest bırakılan kimyasal ajanlardan sivillerin de etkilenmiş olması, *sivil kargaşanın* yaşanmasına sebep olmuştur ve eş zamanlı gerçekleşen bu olaylar kişilerde *psikolojik etkiler* meydana getirmiştir. *Hardal gazı* ve *Vx*'in klinik etkileri nedeniyle bu ajanlara maruz kalan kişilerde *uzun vadeli etkilerin* ve *psikolojik etkilerin* de gözlemlenmesi söz konusudur. Bu kasıtlı kimyasal olayların büyükelçilik *binalarında tahribat ve kontaminasyon* oluşturması, *devlet yönetimini* ve *kritik kamu hizmetlerini* doğrudan etkilemiştir. Tahribat ve kontaminasyon aynı zamanda, *makro veya mikroekonomik etkinin* de ortaya çıkmasına neden olmuştur. *Uluslararası bir örgüt* tarafından gerçekleştirilen bu kasıtlı olayların önlenememesi ve bu olaylar sonucunda beş büyükelçinin hayatını kaybetmesi, *ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlaline* yol açmıştır.

Örnek Senaryo 4'ün Geliştirilmesi

İkinci senaryo geliştirme modeli aracılığıyla muhtemel senaryo niteliğindeki “Örnek Senaryo 4” geliştirilirken morfolojik modelin “Olay Alanı”ndan “*Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)*”, “*Besin/su aracılığıyla*”, “*KBRN-P uzman(lar)ı*” ve “*Sabotaj*” değerlerinin başlangıç koşulları olarak seçilmesiyle, “Sonuç Alanı”nda yer alan “*İçme suyu*”, “*Tarım ve gıda*”, “*Ölümler*”, “*Uzun vadeli etkiler*”, “*Ciddi yaralanma*”, “*Psikolojik etki*”, “*Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği*”, “*Sivil kargaşa*” ve “*Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma*” değerleri sonuç koşulları olarak belirlenmiştir (Tablo 5.6) (Bkz. EK 9). Girdi olarak kırmızı ile renklendirilerek seçilen ve çıktı olarak koyu mavi ile renklendirilerek belirlenen parametre değerlerinin kombinasyonları doğrultusunda “Örnek Senaryo 4”ün yazımı gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.6. Örnek senaryo 4 geliştirilirken olay alanında seçilen (girdi/kırmızı) ve sonuç alanından belirlenen (çıktı/koyu mavi) parametre değerleri (Bkz. EK 9).

Olay Alanı				Sonuç Alanı		
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGEE İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali
Agucu	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

Örnek Senaryo 4: Özel bir kuruluştaki KBRN-P savunma sistemleri ile ilgili çalışan ve KBRN-P maddeleri konusunda üst düzeyde bilgiye sahip bir grup *KBRN-P uzmanının hidrojen siyanür (AC)*’ü kasıtlı bir şekilde dağıtması sonucunda kimyasal bir olay meydana gelmiştir. *KBRN-P uzmanları*, çalıştıkları kuruluş tarafından kişisel istekleri karşılanmadığı için intikam almak istemişlerdir ve kuruluşun çalışmalarını *sabote etmek* amacıyla bu olayı gerçekleştirmişlerdir. *Hidrojen siyanür (AC)* kasıtlı olarak kuruluşun yakınlarında bulunan *içme suyu* kaynağına ve ekili *tarım alanlarına* serbest bırakılmıştır. Bu sebeple kimyasal olayın gerçekleştiği bölgedeki *içme suyu*, *tarım* ve *gıda* sektörleri doğrudan etkilenmiştir ve bu sektörlerde meydana gelen etki, bölgede yaşayan kişilerde *temel yaşam gereksinimlerinin eksikliğine* ve *günlük yaşam faaliyetlerinde bozulmaya* yol açmıştır. Çalışanları tarafında sabotaj düzenlenen kuruluşun yakınlarındaki içme suyu kaynağından kullanılan *su ve tarım ürünleri aracılığıyla* yayılım gösteren *hidrojen siyanür (AC)*, kişilerde *ölümlerin* ve *ciddi yaralanmaların* meydana gelmesine sebebiyet vermiştir. *Hidrojen siyanür (AC)* aynı zamanda, etkilenen kişilerde *psikolojik etkiye* ve *uzun vadeli etkilere* de neden olmuştur. Sabotaj amacıyla gerçekleştirilen bu kimyasal olay sonucunda olayın gerçekleştiği bölgede yaşayan kişilerin tepki göstermesi üzerine *sivil kargaşa* meydana gelmiştir ve *hidrojen siyanür (AC)*’ün kasıtlı olarak serbest bırakılması ve bu tür bir olayın yaşanmasındaki neden olarak görülen özel kuruluşun itibarı zedelenmiştir.

6. TARTIŞMA

“Genel Morfolojik Analiz Yöntemi İle Olası KBRN-P Olaylarına Yönelik Senaryo Geliştirme: Örnek Kimyasal Olay Senaryoları” başlıklı tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen literatür araştırmaları sonucunda ulusal literatürde, Genel Morfolojik Analiz yönteminin senaryo geliştirmek, stratejik planlamalarda amaçlar ve araçlar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek, karmaşık politika alanlarını tanımlamak ve analiz etmek (Ritchey 2003) gibi farklı amaçlarla kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Afet ve acil durum yönetimi ve KBRN-P alanında gerçekleştirilen çalışmalar özelinde de aynı durum söz konusudur. Ulusal literatürde, *morphé* kelimesinden türetilen morfoloji teriminin şekil, form ve yapı (Ritchey 2019; Ritchey 2013) anlamından dolayı yapısal analiz anlamına gelen “morfolojik analiz”in, GMA ile hiçbir ilişkisi olmadan ve genellikle mimarlık alanında bir yöntem olarak kullanıldığı tespit edilmiştir (Öz ve Özen-Yavuz 2021; Halaç ve Öğülmüş 2021). Bu

bağlamda, tez çalışmasında metot olarak GMA'nın kullanılmasıyla ve bu yöntem aracılığıyla senaryolar geliştirilerek literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Uluslararası literatürde Genel Morfolojik Analiz yönteminin farklı amaçlarla kullanımına ilişkin pek çok çalışma mevcuttur (Johansen 2017; Savchenko 2018; Ritchey 2022). Bu çalışmalardan bazılarının afet yönetimi ve KBRN-P alanı ile doğrudan ilgili olduğu tespit edilmiştir. GMA yöntemi belirtilen alanlar ile ilgili çalışmalarda; çoklu tehlike içeren afetleri azaltma stratejilerinin modellenmesi (Ritchey 2006a), nükleer tesislerin ve radyoaktif madde taşımacılığının sabote edilmesine yönelik tehdit analizi ve senaryolar geliştirilmesi (Ritchey 2007; Ritchey 2003; Isaksson ve Ritchey 2003; Ritchey 2022), tehlikeli maddeleri içeren kazalara karşı hazırlıklı olma durumunun değerlendirilmesi (Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002) gibi farklı amaçlarla kullanılmıştır. Ancak, belirtilen çalışmalarda kullanılan GMA yöntemi için CASPER gibi yazılımlardan destek alınmıştır (Ritchey 2019). Tez çalışmasında GMA yöntemine ait prosedürler, CASPER gibi programların açık kaynaklı olmaması ve ücretli olmasından dolayı manuel olarak gerçekleştirilmiştir ve amaçlandığı gibi örnek kimyasal olay senaryoları geliştirilebilmiştir.

Uluslararası ölçekte olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryoların geliştirilme aşamaları ve belirli bir yöntem dahilinde geliştirilme durumlarının değerlendirilebilmesi için KBRN-P olayları ile mücadele amacıyla yürütülen AB projeleri dahilinde geliştirilen açık kaynaklı senaryolara erişim sağlanmıştır. PRACTICE projesi için geliştirilen 11 senaryo (Endregard ve diğ. 2012), MASH projesi için geliştirilen 6 senaryo (Cassel, Eriksson ve Sandström 2008), IMPACT projesi için geliştirilen 19 senaryo (Cassel ve diğ. 2005), CIE Toolkit projesi için geliştirilen 7 senaryo (Cassel ve diğ. 2011) ve ABD Planlama Senaryoları (The Homeland Security 2004)'nda yer alan 15 senaryo da dahil olmak üzere toplam 58 senaryonun geliştirilme aşamaları ve belirli bir yöntem dahilinde geliştirilme durumları detaylı bir şekilde incelenmiştir. PRACTICE projesinde yer alan 11 senaryo, geçmişte yaşanan KBRN kazalarından, salgınlardan ve KBRN maddeleri ile gerçekleştirilen terör olaylarından esinlenerek ve CIE Toolkit, MASH, ABD Planlama Senaryoları dahilindeki senaryolar baz alınarak geliştirilmiştir. Ardından, bu 11 senaryo "Senaryo Şablonu"na aktararak detaylandırılmıştır (Endregard ve diğ. 2012). CIE Toolkit projesi için geliştirilen 7 senaryonun bir dizi bileşenden oluştuğu ifade

edilmiştir, ancak senaryoların belirli bir yöntem aracılığıyla geliştirildiği belirtilmemiştir (Cassel ve diğ. 2011). IMPACT projesinde yer alan 19 senaryonun temel yapısının, bir dizi parametre ve değişkenin tanımlanmasıyla tasarlandığı belirtilmiştir, fakat proje raporunda senaryoları geliştirmek için kullanılan yöntem ve prosedürler açıklanmamıştır. Bu 19 senaryo da, PRACTICE projesinde olduğu gibi “Senaryo Şablonu”na aktararak detaylandırılmıştır (Cassel ve diğ. 2005). AB projeleri (Endregard ve diğ. 2012; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008; Cassel ve diğ. 2005; Cassel ve diğ. 2011) ve ABD Planlama Senaryoları (The Homeland Security 2004) kapsamında geliştirilmiş olan senaryoların, belirli bir yöntem dahilinde geliştirilmesinden ziyade geçmişte yaşanmış olaylar baz alınarak hazırlandığı ve bu senaryolara ait detayların “Senaryo Özet Tablosu”na ve “Senaryo Şablonu”na aktarıldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, tez çalışmasında ilk olarak “Olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılabilecek en uygun yöntem nedir?” sorusuna yanıt aranmıştır. Tez çalışması kapsamında geliştirilen dört örnek senaryo, senaryo geliştirmek için en uygun yöntem olarak nitelendirilen ve farklı alanlarda senaryolar geliştirilirken kullanılan GMA yöntemi ile geliştirilmiştir (Ritchey 2003; Eriksson ve Ritchey 2005; Ritchey 2022).

Alexander (2017), ulusal ve yerel ölçekte mevcut olan her türlü tehlikeye ait etkilerin genel bir resminin çizilmesinin ve bu tehlikeler ile mücadele edilebilmesi için gerekli eylemlerin tespit edilmesinin senaryolar ile mümkün olduğunu ve bu senaryoların yakın geçmişte yaşanmış olayların referans olay olarak ele alınması ve incelenmesinin ardından geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Eriksson ve Ritchey (2005), geçmişte yaşanmış olaylar ve mevcut senaryolar baz alınarak geliştirilen senaryolar için bilimden çok sanatsal bir yaklaşımla geliştirildiğini ifade etmektedir. Afet ve acil durum planları ve savunma planlarında kilit bir role sahip olan bu senaryoların, yapılandırılmış bir yöntem ile geliştirilmesi gerektiği ve bu yöntemin GMA olduğu belirtilmektedir. Tez çalışması kapsamında örnek kimyasal olay senaryoları ve bu senaryoların bir yöntem çerçevesinde ve sistematik bir şekilde geliştirilmeleri amaçlandığı için senaryo geliştirmek için mükemmel bir yöntem olarak nitelendirilen GMA (Ritchey 2003; Eriksson ve Ritchey 2005), tez çalışmasında yöntem olarak kullanılmıştır. Bu bağlamda, “Genel Morfolojik Analiz prosedürleri nelerdir ve bu prosedürler doğrultusunda bir morfolojik model nasıl oluşturulur?”

sorusu yöneltmiştir. GMA yöntemine ait prosedürler doğrultusunda “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile iki farklı morfolojik model oluşturulmuştur. Bu morfolojik modeller aracılığıyla dört örnek senaryonun geliştirilmesinde sanatsal bir yaklaşımdan ziyade sistematik bir yöntem benimsenmeye çalışılmıştır.

Ulusal anlamda olası KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolara erişim sağlanabilmesi adına 81 il için hazırlanmış olan İRAPlar ve bu planlarda yer alan senaryolar detaylı bir şekilde incelenmiştir. İRAP Hazırlama Kılavuzu (AFAD 2020), ülkemizde risk yönetimi çalışmaları ve İl Risk Azaltma Planları kapsamında senaryoların geliştirilme aşamalarının ve belirli bir yöntem dahilinde geliştirilme durumlarının tespit edilebilmesi için önemli bir materyal niteliğindedir. İRAP Hazırlama Kılavuzu’nda özel olarak olası KBRN-P olaylarına yönelik senaryoların hazırlanmasına ilişkin yol gösterici açıklamaların bulunmadığı; sadece deprem, kütle hareketleri, sel/taşkın ve endüstriyel kazalar ile ilgili senaryoların hazırlanmasına dair rehberlik edici açıklamaların yer aldığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda 81 ilin İRAP’ında da, günümüzde canlılar ve çevre için büyük bir tehdit niteliği taşıyan KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilmiş senaryolar bulunmamaktadır. İRAP Hazırlama Kılavuzu’nda, 81 ilin İRAP’ında yer alacak olası deprem, kütle hareketleri, sel/taşkın olaylarına ve endüstriyel kazalara yönelik senaryoların, bu tehlike türleri ile ilgili geçmişte meydana gelmiş olayların ve etkilerinin dikkate alınarak ve çalıştaylarda yer alan katılımcıların tartışarak hazırlanması gerektiği belirtilmiştir. Hazırlanan senaryoların “Senaryo Şablonu”na aktarılması gerektiği de ifade edilmektedir (AFAD 2020). Bu bağlamda, İRAP Hazırlama Kılavuzu dahilinde senaryolar geliştirilirken kullanılabilecek bir yöntemle ilişkin rehberlik edici açıklamalar bulunmamaktadır. Tez çalışması kapsamında, GMA yöntemine ait prosedürler doğrultusunda “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile oluşturulan morfolojik modellerin, olası kimyasal olaylara yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılmaya uygun olduğu düşünülmektedir. GMA yöntemi ile olası KBRN-P olayları haricinde olası deprem, kütle hareketleri, sel/taşkın olaylarına ve endüstriyel

kazalara yönelik senaryolar geliştirebilmek amacıyla farklı morfolojik modellerin de (Ritchey 2006a; Lantada, Carreño ve Jaramillo 2020) oluşturulabilmesi söz konusudur. Tez çalışması ile oluşturulan iki morfolojik model (Bkz. EK2; EK 6) ve bu morfolojik modeller oluşturulurken ÇTD sonucunda ortaya çıkan çözüm uzayları ve GMA prosedürleri doğrultusunda diğer tehlike türleri ile ilgili oluşturulacak morfolojik modeller ve bu morfolojik modeller oluşturulurken gerçekleştirilecek ÇTD ile ortaya çıkacak çözüm uzayları, senaryo geliştirme sürecine büyük oranda katkı sağlayıp bu süreci İRAP çalıştaylarında yer alan katılımcılar için kolaylaştıracağı öngörülmektedir. İRAP Hazırlama Kılavuzu'nda aynı zamanda, tehlike türleri ile ilgili çok sayıda muhtemel ya da en kötü senaryo üretilmesi gerektiği belirtilmektedir (AFAD 2020). Ancak 81 ilin İRAP'ında çoğunlukla, İRAP Hazırlama Kılavuzu'nda belirtilen tehlike türleri ile ilgili en kötü senaryo ve muhtemel senaryo olmak üzere iki farklı senaryonun yer aldığı tespit edilmiştir. Tez çalışması kapsamında, GMA yöntemi ile oluşturulan iki farklı morfolojik model aracılığıyla dört örnek senaryo kolaylıkla geliştirilmiştir. Birinci morfolojik modelden en kötü senaryo niteliğinde “Örnek Senaryo 1” ve muhtemel senaryo niteliğinde “Örnek Senaryo 2”, ikinci morfolojik modelden en kötü senaryo niteliğinde “Örnek Senaryo 3” ve muhtemel senaryo niteliğinde “Örnek Senaryo 4” elde edilmiştir. Olası kimyasal olaylar ile ilgili öngörülerin artırılabilmesi amacıyla iki farklı temada oluşturulan morfolojik modeller ile bu dört örnek senaryo haricinde olası kimyasal olaylar ile ilgili birbirinden farklı daha fazla senaryonun geliştirilebileceği öngörülmektedir. Tez çalışması kapsamında iki morfolojik modelin oluşturulma sürecinde gerçekleştirilen iki ayrı ÇTD (Bkz. EK 3; EK 7), bu morfolojik modeller aracılığıyla yüzü aşkın muhtemel ve en kötü senaryonun geliştirilebileceğinin göstergesidir.

İsveç Nükleer Enerji Denetim Kurulu (Swedish Nuclear Power Inspectorate / SKI), İsveç'te nükleer faaliyetler konusundaki düzenleyici otoritedir. 2002 yılında SKI ve İsveç Savunma Araştırma Ajansı'nın sekiz atölyede gerçekleştirdiği bir çalışma sonucunda nükleer tehditler ile ilgili alternatif senaryoların formüle edilebileceği, geliştirilebileceği, test edilebileceği ve değerlendirilebileceği bir bilgisayarlı tehdit senaryosu laboratuvarı oluşturulmuştur. Bu çalışma, morfolojik analiz ve nükleer tehditler konusunda uzman kişilerden oluşan multidisipliner bir çalışma grubu tarafından gerçekleştirilmiştir ve tehdit senaryosu laboratuvarı oluşturmak için

kullanılan GMA'nın analiz ve sentez aşamaları, kısaltılmış adı CASPER olan yazılım ile desteklenmiştir (Isaksoon ve Ritchey 2003). Tez çalışması kapsamında GMA prosedürleri izlenerek oluşturulan iki morfolojik model için herhangi bir yazılımdan destek alınmamıştır. GMA prosedürlerinin manuel olarak gerçekleştirilmesiyle, amaçlandığı gibi iki farklı morfolojik model ve bu morfolojik modeller aracılığıyla örnek senaryolar geliştirilebilmiştir. Oluşturulan morfolojik modellerin olası kimyasal olaylar ilgili çok sayıda senaryo geliştirilmesine olanak tanıdığı ve dolayısıyla bu morfolojik modellerin de senaryo laboratuvarı olarak nitelendirilebileceği düşünülmektedir. CASPER veya ulusal ölçekte geliştirilecek yazılımlarla desteklenen GMA ile KBRN-P maddeleri ile meydana gelebilecek olaylara ve İRAP Hazırlama Kılavuzu'nda belirtilen tehlikelere (AFAD 2020) yönelik senaryoların daha hızlı bir şekilde geliştirilebileceği öngörülmektedir. Bu senaryoları geliştirmek için kullanılacak morfolojik modellerin, morfolojik analiz ve senaryoların içeriğinde yer alacak tehlike türleri konusunda uzmanlık eğitimi almış kişilerden oluşan multidisipliner bir çalışma grubu tarafından oluşturulması gerekmektedir (Isaksoon ve Ritchey 2003). Multidisipliner çalışma grubunda, KBRN-P uzmanlarının ve diğer tehlike türleri ile ilgili uzman kişilerin önemli bir role sahip olduğu, çünkü morfolojik modellerin temelini oluşturan morfolojik tablolarda (Ritchey 2015) yer alacak parametreler ve değerlerinin sadece KBRN-P ve diğer tehlike türleri konusunda eğitim görmüş kişilerce belirlenmesinin mümkün olduğu düşünülmektedir. KBRN-P alanında ve diğer tehlike türleri ile ilgili uzman kişilerin morfolojik analiz konusunda bilgi sahibi olması ile senaryo geliştirme sürecinin daha da hızlı bir şekilde gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Makedonya Cumhuriyeti tarafından iki yıl süren bir proje ile hazırlanan KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi'nde yer alan "Bir Meydanda Risin Salınımı" başlıklı senaryo GMA yöntemi ile geliştirilmiştir. Proje kapsamında GMA aracılığıyla KBRN olayları ile ilgili senaryolar geliştirilebilmesi için bir morfolojik kutu oluşturulmuştur (Tablo 3.3.1). Bu morfolojik kutuda, "parametre ve değer" terimleri yerine "faktör ve varyasyon" terimleri kullanılmıştır ve GMA ile oluşturulan bu morfolojik kutunun ÇTD haricinde tüm oluşturulma aşamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Morfolojik kutuda yer alan "Ajan türü" faktörünün varyasyonları "*Vezikan ajanlar ve kalıcı aşındırıcılar (K)*", "*Sinir gazları ve pestisitler*

(K)”, “Kan zehirleri ve uçucu akciğer zehirleri (K)”, “Etkisizleştirici ve uyuşturucu ajanlar (K)”, “Virüsler (B)”, “Bakteri (B)” ve “Toksinler (B/K)” olarak tanımlanmıştır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). “Ajan türü” faktörünün varyasyonları, radyolojik ve nükleer ajanlar dahil edilmeden tanımlandığı için bu morfolojik kutunun, radyolojik ve nükleer ajanların kasıtlı veya kazara yayılım göstermesi ile meydana gelebilecek olaylara yönelik senaryolar geliştirilirken kullanılamayacağı ve bu sebeple tüm olası KBRN olaylarını yansıtmadığı düşünülmektedir. Bu faktörün varyasyonlarının, kan zehirleyici ajanlar ve boğucu ajanlar gibi farklı klinik etkilere sahip kimyasal ajan sınıfları birleştirilerek ve biyolojik ajan olarak kullanılabilen riketsiyalar (Roffey, Tegnell ve Elgh 2002; Pavlin 1999; WHO 2004) dahil edilmeden sadece üç ana biyolojik ajan eklenerek tanımlanmasından dolayı bu morfolojik kutu aracılığıyla senaryolar geliştirilirken, KBRN-P olayları ile ilgili senaryolarda en önemli ve başlangıç faktörü –parametresi– niteliği taşıyan “ajan türü” faktörünün (Cassel ve diğ. 2005) varyasyonlarından net bir şekilde seçim yapılamayacağı düşünülmektedir. Tez çalışması kapsamında sadece olası kimyasal olaylara yönelik senaryolar geliştirilmesi amaçlandığı için GMA ile oluşturulan iki morfolojik modelde de “kimyasal madde türü” parametresine yer verilmiştir. Morfolojik modellerde yer alan bu parametreye ait değerlerin, kasıtlı veya kazara yayılım gösterebilecek tüm kimyasal maddeleri kapsamasına ve bu kimyasal maddelerin benzer klinik etkilere sahip sınıflar biçiminde tanımlanmasına özen gösterilmiştir. “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryonun geliştirilmesinde kullanılan morfolojik tablonun “Aktör”, “Hava durumu”, “Serbest bırakılan madde miktarı” ve “Hedeflenen potansiyel insan sayısı” gibi faktörleri içermesi (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009), olası KBRN-P olaylarında gerçekleştirilecek müdahaleye ya da bu olayların sonuçlarına dikkat çeken senaryolardan ziyade kasıtlı olarak meydana gelmesi olası KBRN-P olaylarına yönelik temel unsurları içeren senaryoların geliştirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir. KBRN-P olaylarına yönelik geliştirilen senaryolar, bilgi boşluklarının giderilmesinde ve öngörülerin artırılmasında ve bu olayların etkili bir şekilde yönetilebilmesi için hazırlıklı olunması konusunda büyük bir önem taşımaktadır (Cassel ve diğ. 2011; Cassel ve diğ. 2008). Bu sebeple, tez çalışması kapsamında birinci senaryo geliştirme modelinden elde edilen “Örnek Senaryo 1 ve 2” ile kasıtlı veya kazara meydana

gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylara yönelik operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale; ikinci senaryo geliştirme modelinden elde edilen “Örnek Senaryo 3 ve 4” ile de kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olayların sonuçları vurgulanmaya çalışılmıştır. KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi’nde yer alan ve GMA yöntemi ile geliştirilen “Bir Meydanda Risin Salınımı” başlıklı senaryo (Tablo 3.3.2); etki, olasılık ve risk değerlendirmesi olmak üzere üç ayrı değerlendirme türünde kullanılmıştır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Tez çalışması ile geliştirilen “Örnek Senaryo 1, 2, 3 ve 4”ün etki, olasılık ve risk değerlendirmesi gibi risk yönetimi dahilinde gerçekleştirilen değerlendirme çalışmalarında kullanılmaya uygun olduğu düşünülmektedir.

Norveç savunma planlaması için senaryo sınıflarının modellenmesinde kullanılan morfolojik tablonun parametre değerleri, alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlanmıştır. GMA ile oluşturulan morfolojik tablonun “Aktör” parametresi belirlendikten sonra bu parametreye ait “devlet” değeri, uluslararası sistemde en yüksek örgütlenme düzeyini temsil ettiği için üst uç değer, “birey(ler)” parametresi ise uluslararası sistemde aktör olarak faaliyet gösterme yeteneğinin son derece sınırlı olmasından dolayı alt uç değer olarak tanımlandığı belirtilmektedir. Bu iki uç değer arasında tanımlanabilecek sınırsız değer olduğu ancak aktör parametresi için “şebeke” ve “ticari teşebbüs”ün ara değerler olarak tanımlandığı ifade edilmiştir ve bu parametre değerleri, tanımlandığı şekilde morfolojik tabloda konumlandırılmıştır. Bu morfolojik tabloda yer alan “Amaç”, “Yöntem” ve “Araçlar” parametrelerinin değerleri de alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlanmıştır (Johansen 2006; Johansen 2022; Johansen 2017). Ritchey (2022)’e ait 52 morfolojik modelden oluşan “Morfouzaylar” (İng. Morphospaces) başlıklı katalogda yer alan 43. morfolojik model, radyoaktif maddelerin taşınmasına ilişkin tehdit senaryolarının modellenenebilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Bu morfolojik modelde de “Aktör/tehdit” parametresi yer almaktadır ve bu parametrenin değerlerinin, alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlandığına dair bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak, bu morfolojik modelde yer alan “Aktör/tehdit” parametresinin değerlerinin “Terör grubu”, “Organize suç”, “Organize nükleer enerji protestocuları”, “Genel çevre aktivistleri” ve “Yalnız intikamcı”dan oluşması ve

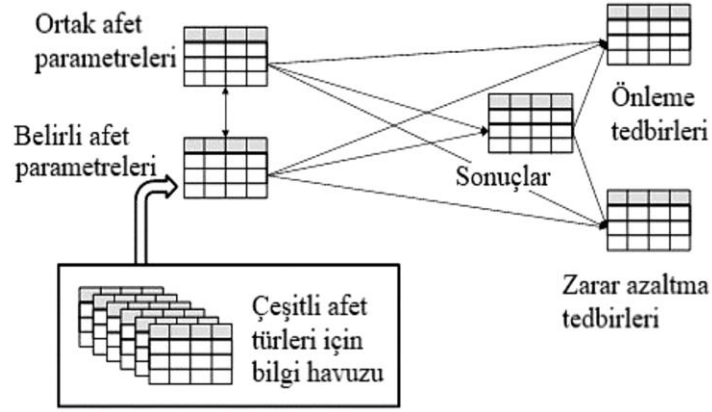
morfolojik modelde de bu sırada konumlandırılmaları, radyoaktif maddelerin nakliyesi sırasında düşmanca bir eylemde yer alabilecek aktörlerin faaliyet gösterme yeteneğine göre tanımlandıklarını düşündürmektedir (Ritchey 2007). Tez çalışması kapsamında ikinci morfolojik model olarak oluşturulan “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli”nde yer alan “Aktör/Tehdit” parametresinin değerleri (Tablo 5.4) (Bkz. EK 6) alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlanmamıştır. Ancak, kimyasal maddelerin kasıtlı olarak yayılım göstermesine neden olabilecek aktörlerin/tehditlerin faaliyet gösterme yeteneklerine ve düzeylerine göre tanımlanmaya ve senaryo geliştirme modeli üzerinde de bu sırada konumlandırılmaya çalışılmıştır. Tez çalışması dahilinde alt ve üst uç değerler olarak nitelendirilerek tanımlanabilecek değerler, birinci morfolojik modelde yer alan “Etkilenen Bölge” ve “Müdahale Kapsamı/Seviyesi” parametrelerinin değerleridir. “Etkilenen Bölge” parametresinin değerleri, Savchenko (2018)’den yararlanılarak ve nüfus yoğunluğuna ve olası bir kimyasal olayda etkilenebilecek potansiyel kişi sayısına göre “Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)”in üst uç değer, “Nüfusun olmadığı bölge”nin alt uç değer olarak nitelendirilmesiyle tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu alt ve üst değerler arasında yer alacak ara değerlerin; “Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)”, “Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)” ve “Kırsal/Taşra” olarak tanımlanması tercih edilmiştir. “Müdahale Kapsamı/Seviyesi” parametresinin değerleri de, TAMP’ta (AFAD 2022) yer alan müdahale seviyelerine ve olası bir kimyasal olaya yönelik gerçekleştirilecek müdahale kapsamlarına göre tanımlanmıştır. Bu iki parametrenin değerleri, tanımlandığı şekilde birinci morfolojik modelde konumlandırılmıştır (Tablo 5.1) (Bkz. EK 2). Her iki morfolojik modelde yer alan “Yayılma Yolu” parametresinin değerlerinin ya da birinci morfolojik modelde yer alan “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşlar” ve “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” gibi parametrelerin değerlerinin alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlanamayacağı düşünülmektedir. Ritchey (2022)’e ait katalogda yer alan 11. morfolojik modeldeki “Kriz Yönetimi Kapsamı” parametresini değerleri, alt ve üst uç değerler şeklinde veya genelden özele “Küresel”, “Uluslararası”, “Ulusal” ve “Yerel” şeklinde tanımlanıp morfolojik modelde de bu sırada konumlandırılırken; “Kriz Yönetiminde Yer Alan Başlıca Aktörler” parametresinin değerleri belirli bir üstünlüğe bağlı olmadan gelişigüzel tanımlandığı ve

konumlandırıldığı düşünülmektedir (Ritchey 2019). Bu bağlamda, bir morfolojik model oluşturulurken belirlenen bazı parametrelerin değerleri alt ve üst uç değerler şeklinde nitelendirilerek tanımlanabilirken, bazı parametrelerin değerleri herhangi bir şekilde nitelendirilmeden ve belirli bir üstünlüğe bağlı olmadan gelişigüzel tanımlanabildiği yargısına varılabilmektedir.

“Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlığı ile oluşturulan birinci morfolojik model için belirlenen “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” parametresinin değerleri, Ritchey (2022)’e ait 49. morfolojik modelde yer alan “Mevcut Ekipman” parametresinin değerleri doğrultusunda tanımlanmıştır. Ritchey (2022) ve Ritchey, Stenström ve Eriksson (2002)’nin bu morfolojik modelinde yer alan “Mevcut Ekipman” parametresine ait değerlerin oldukça genel bir biçimde tanımlandığı düşünülmektedir (Tablo 6.1). Tez çalışmasının birinci morfolojik modelinde yer alan “Müdahalede Kullanılacak Ekipman” parametresinin değerlerinin, daha detaylı ve ülkemizde kimyasal olaylara operasyonel anlamdaki müdahalede kullanılan tüm ekipmanları içerecek şekilde tanımlanması amaçlanmıştır. Benzer durum, yine bu morfolojik modelde yer alan “Müdahale Edecek Kamu Kurum ve Kuruluşlar” parametresinin değerleri için de geçerlidir. Dolayısıyla bu iki parametre için tanımlanan değerler, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)’na (AFAD 2022) ve AFAD (2017)’a ait “Ülkemizdeki KBRN Olaylarından Örnek Vakalar ve Müdahale Yöntemleri”ne göre düzenlenmiştir. KBRN-P olaylarına ve diğer tehlike türleri ile meydana gelebilecek olaylara yönelik gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili morfolojik modeller oluşturulurken tanımlanan parametre değerlerinin, daha detaylı ve ülkelerin müdahale planları ile uyumlu olması gerektiği düşünülmektedir. Bu noktada müdahale temasındaki morfolojik modeller ile geliştirilecek senaryoların, gelecekte bu olaylara yönelik gerçekleştirilecek müdahalenin bir simülasyonu niteliğinde olmaları söz konusudur. Bu nitelikteki senaryoların; risk azaltma planlarında, eğitim ve tatbikatlarda daha etkin kullanılacağı ve büyük fayda sağlayacakları ifade edilebilmektedir.

Savchenko (2018), GMA ile oluşturulan tek bir morfolojik tablo yerine birbirleriyle bağlantılı birden fazla morfolojik tablodan meydana gelen bir morfolojik tablo ağının oluşturulabileceğini belirtmektedir (Şekil 6.1). Oluşturulan morfolojik tablo ağlarının, çoklu afetlere veya belirli bir afet türüne karşı alınacak önlemlerin

planlanması ve stratejilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılabileceği ifade edilmektedir. Savchenko (2018) tarafından sel sorununun ele alındığı bir morfolojik tablo ağı; “Ortak parametreler”, “Belirli afet parametreleri” ve “Sonuçlar” şeklinde üç morfolojik tablo ile oluşturulmuştur. “Ortak parametreler” tablosunda; “Ölçek”, “Bölge” ve “Süre” parametreleri yer alırken, “Belirli afet parametreleri” tablosunda “Sel türü”, “Sınıf”, “Arazi”, “Ana tetikleyici” ve “Neden” parametreleri yer almaktadır. Morfolojik tablo ağına ait “Sonuçlar” tablosu ise; “Tehdit türü”, “Tehdit derecesi”, “Barınma”, “Su temini”, “Güç şebekesi”, “Ulaşım kapasitesi” ve “Sivil huzursuzluk potansiyeli” parametrelerine sahip olacak biçimde oluşturulmuştur. Oluşturulan bu morfolojik ağın, sel/taşkın durumlarının büyük bir çoğunluğunun yansıtılmasına imkan sağladığı ve hazırlık, müdahale gibi afet yönetimi aşamalarında karar verme sürecini kolaylaştırdığı belirtilmiştir. Savchenko (2018) tarafından sel sorunu ile ilgili oluşturulan morfolojik tablo ağının veya farklı bir sorunun ele alındığı başka bir morfolojik tablo ağının senaryo geliştirmek amacıyla kullanıldığı veya kullanılabileceği ifade edilmemiştir (Savchenko 2018). Tez çalışması kapsamında örnek senaryolar geliştirilmesi amaçlandığı için oluşturulan morfolojik modeller birbirleriyle bağlantılı değildir ve bir morfolojik tablo ağını temsil etmemektedir. Birinci morfolojik model ile genellikle eğitim ve tatbikatlarda kullanılan, operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahalenin vurgulandığı türden senaryolar geliştirilmesi, ikinci morfolojik model ile kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olayların sonuçlarına yönelik alınacak önlemlerin planlanmasında ve stratejilerin geliştirilmesinde kullanılabilecek senaryolar geliştirilmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan bu iki morfolojik modelin birbirleriyle bağlantılı duruma getirilerek, olası kimyasal olayların sonuçları ve gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili bir morfolojik tablo ağının oluşturulabileceği düşünülmektedir ya da sel sorununun ele alındığı morfolojik tablo ağından yola çıkılarak olası kimyasal olaylar ile ilgili yeni bir morfolojik tablo ağının oluşturulabilmesi de söz konusu olabilir. Olası kimyasal olayların yanı sıra diğer KBRN-P maddeleri ile meydana gelebilecek olaylar veya İRAP Hazırlama Kılavuzu’nda belirtilen tehlike türleri (AFAD 2020) ile ilgili risk azaltma, hazırlık ve müdahale gibi afet yönetimi aşamalarında karar verme sürecini kolaylaştırmak amacıyla morfolojik tablo ağlarının oluşturulabileceği düşünülmektedir (Savchenko 2018).



Şekil 6.1. Afet durumları için morfolojik tablolardan oluşan bir ağ (Savchenko 2018).

Isaksoon ve Ritchey (2003) tarafından bilgisayarlı tehdit senaryosu laboratuvarı olarak nitelendirilen yedi parametrelilik morfolojik modelin simple (tek yönlü veya basit) modelleme türünde olduğu ve girdi-çıkı değişkenliğinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu morfolojik model aracılığıyla olası bir tehdit senaryosu geliştirilirken modelde yer alan parametre değişkenlerinin nasıl seçildiği konusunda bir açıklama bulunmamaktadır. Ancak değişkenlerin girdi-çıkıya bağlı olmadan seçildiği gözlemlenmektedir (Isaksoon ve Ritchey 2003). Makedonya Cumhuriyeti KBRN Senaryo Oluşturma ve Risk Değerlendirme Metodoloji Rehberi'nde yer alan "Bir Meydanda Risin Salınımı" başlıklı senaryo geliştirilirken kullanılan morfolojik tablonun da simpleks modelleme türünde olduğu ve değişkenlerin tercihe bağlı olarak seçildiği tespit edilmiştir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Tez çalışması kapsamında üçüncü olarak "Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile kaç çeşit modelleme gerçekleştirilebilir ve bu yöntem ile oluşturulan modeller hangi alanlarda kullanılabilir?" sorusu yöneltiştir ve oluşturulan iki morfolojik modelin dupleks (çift yönlü) modelleme türünde olması tercih edilmiştir. Bu morfolojik modellerin, gelecekte yaşanabilecek kimyasal olaylar ile ilgili senaryoların geliştirilmesinde yardımcı olmasının yanı sıra farklı amaçlarla da kullanılabileceği düşünülmektedir. Dupleks modelleme türündeki morfolojik modellerin girdi-çıkı değişkenliği özelliğinin eğitimlerde kullanılabileceği ve oluşturulan iki morfolojik modelin senaryo laboratuvarı niteliğine ek olarak eğitim materyali niteliği de kazanabileceği düşünülmektedir.

Ritchey, Stenström ve Eriksson (2002), İsveç Kurtarma Hizmetleri'nin tehlikeli maddelerin salınımını içeren kazalara ve aynı zamanda kimyasal ajanların kasıtlı salınımını içeren terör eylemlerine karşı hazırlıklı olma durumunu değerlendirmek için CASPER tarafından desteklenen GMA'yı kullanmıştır. Kurtarma hizmetleri, "Kaynak ve Müdahale Alanı" şeklinde birbiriyle bağlantılı iki matristen oluşan dupleks modelleme türündeki bir morfolojik model ile değerlendirilmiştir (Tablo 6.1). Kurtarma hizmetlerinin hazırlık durumu, beş parametre ile tanımlanan ve morfolojik modelin ilk beş sütununda yer alan "Kaynak Alanı" ile açıklanmıştır. Bir kurtarma hizmetinin kaynaklarına bağlı olarak gerçekleştirebileceği olası müdahaleler, morfolojik modelin en sağdaki üç sütununda yer alan "Müdahale Alanı"nda açıklanmıştır. "Kaynak Alanı"ndaki parametreler, küçük belediyelerden metropollere kadar mevcut olabilecek tüm kurtarma hizmetlerinin tanımlanabilmesi açısından genel nitelikte olduğu belirtilmektedir. "Müdahale Alanı"ndaki parametrelerin tam formülasyonunun belirli senaryolar aracılığıyla tanımlandığı ifade edilmiştir. Müdahale matrisinde yer alan müdahale seviyeleri, bir yük treni kazası sonucunda zehirli ve basınçlı bir gazın (örneğin, amonyak veya klor) 30 dakikada havaya salınımını içeren bir senaryo aracılığıyla tanımlanmıştır. Ancak farklı senaryolar geliştirilerek, çeşitli kazalar veya sosyal afetlere karşı hazırlık durumunun değerlendirilebilmesi amacıyla "Müdahale Alanı"ndaki parametrelerin ve değerlerin yeniden tanımlanabileceği belirtilmektedir. Değerlendirme modelini uygulamanın birinci yolu, kurtarma hizmetlerinin kaynak durumunu değerlendirmek amacıyla belirli bir kaza senaryosuna hangi düzeyde müdahalenin gerçekleştirilebilir olduğunu belirlemektir. Kaynak alanının girdi (kırmızı), müdahale alanının çıktı (mavi) olarak kullanıldığı ifade edilmektedir. Tablo 6.2, 2001 yılında İsveç'teki küçük bir şehirde orta ölçekli bir kurtarma hizmetinin hazırlıklı olma durumunu temsil etmektedir. Değerlendirme modelini uygulamanın ikinci yolu ise "Müdahale Alanı"nda istenilen bir müdahale düzeyini gerçekleştirmek için hangi kaynakların gerekli olacağını belirlemektir. Bu durumda; "Müdahale Alanı"nın girdi (kırmızı), "Kaynak Alanı"nın çıktı (mavi) olarak kullanıldığı ifade edilmektedir (Tablo 6.3.). Bu kullanım yolunun, kurtarma hizmetleri ve siyasi karar vericilerin birlikte gerçekleştirdiği kentsel planlama görevi için daha uygun olduğu belirtilmektedir (Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002; Ritchey 2018). Buradan yola çıkarak tez çalışması kapsamında, "Genel

Morfolojik Analiz prosedürleri doğrultusunda kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ile ilgili dupleks (çift yönlü) modelleme türünde bir morfolojik model nasıl oluşturulur?” ve “Genel Morfolojik Analiz prosedürleri doğrultusunda kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçları ile ilgili dupleks (çift yönlü) modelleme türünde bir morfolojik model nasıl oluşturulur?” sorularına yanıt aranmıştır. Herhangi bir yazılım programından destek alınmadan, GMA prosedürleri izlenerek birinci senaryo geliştirme modeli dupleks modelleme türünde “Olay Alanı” ve Müdahale Alanı” şeklinde birbirleriyle bağlantılı iki ayrı alana sahip olacak biçimde oluşturulmuştur. Benzer şekilde, ikinci senaryo geliştirme modeli de dupleks modelleme türündedir ve birbirleriyle bağlantılı “Olay Alanı” ve “Sonuç Alanı”na sahiptir. Oluşturulan iki senaryo geliştirme modelinde de bulunan “Olay Alanı”larının girdi olarak ele alınmasıyla; birinci senaryo geliştirme modelinin “Müdahale Alanı”ndan, ikinci senaryo geliştirme modelinin “Sonuç Alanı”ndan çıktı değişkenliği elde edilebilmiştir. Bu doğrultuda, dört farklı örnek kimyasal olay senaryosu geliştirilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan senaryo geliştirme modellerinin dupleks modelleme türünde olmalarından dolayı örnek senaryolar geliştirilirken girdi olarak ele alınan “Olay Alanı”nın çıktı olarak da ele alınabileceği düşünülmektedir. Birinci senaryo geliştirme modelindeki (Tablo 5.1) (Bkz. EK 2) “Müdahale Alanı”nın girdi, “Olay Alanı”nın çıktı olarak ele alınmasıyla, kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylara yönelik operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahalenin daha hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için nasıl bir olaya müdahale edilebileceği belirlenip yeni senaryoların geliştirilmesi söz konusu olabilir. İkinci senaryo geliştirme modelindeki (Tablo 5.4) (Bkz. EK 6) “Sonuç Alanı”nın girdi, “Olay Alanı”nın çıktı olarak ele alınmasıyla, kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olayların sonuçlarına yönelik alınacak önlemler ve geliştirilecek stratejiler için nasıl bir olayla karşı karşıya kalınacağı belirlenip yeni senaryoların geliştirilebileceği düşünülmektedir. Daha öncede belirtildiği üzere, oluşturulan morfolojik modellerin senaryo geliştirmek amacıyla kullanılmasının haricinde olası kimyasal olaylar ile ilgili belirsizliklerin giderilmesini sağlayarak alınacak önlemlerin planlanmasında, stratejilerin geliştirilmesinde ve karar verme sürecinde yardımcı materyal ve bilgi boşluklarının

giderilmesi ve öngörülerin artırılması için eğitim materyali olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Tablo 6.1. İsveç Kurtarma Hizmetleri’ni değerlendirme modeli (Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002).

PLANLA MA/PLAN LAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVC UT PERSO NEL	MEVCU T EKİPMAN	KOMUTA SEVİYESİ (önceden tanımlanm ış)	Kimyasal salınım MÜDAHA LE	MÜDAHA LE: Kamuoyun u bilgilendir me	MÜDAH ALE: Etkilenen insanlar
Tam hazırlık planı	Ortak genel eğitim	11 veya daha fazla	Özel durum için özel ekipman	Seviye 4	15 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 5 dakika içinde uyarma	En çok 30 dakika içinde yardım
Özel bir durum için müdahale planı	Özel durum için eğitim	8 – 10	Özel durum için temel ekipman	Seviye 3	30 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 30 dakika içinde uyarma	15 dakika içinde bazı kişilere yardım
Özel bir durum için standart rutin	Temel eğitim + düzenli eğitim	5 – 7	Özel bir durum için temelden daha az ekipman	Seviye 2	15 dakikada %50’den daha az azaltma	30 dakika içinde uyarı yok	30 dakika içinde bazı kişilere yardım
Genel durum için standart rutin	Sadece temel eğitim	4 veya daha az		Seviye 1	30 dakikada %50’den daha az azaltma		30 dakika içinde yardım mevcut değil
Yalnızca uyarı planı					30 dakika içinde önlem alınmaması		

Tablo 6.2. 2001 yılında İsveç’teki küçük bir şehirde orta ölçekli bir kurtarma hizmetinin hazırlıklı olma durumu (Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002; Ritchey 2018).

PLANLA MA/PLAN LAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVC UT PERSO NEL	MEVCUT EKİPMAN	KOMUT A SEVİYE Sİ (önceden tanımlan mış)	Kimyasal salınım MÜDAHA LE	MÜDAHA LE: Kamuoyun u bilgilendir me	MÜDAH ALE: Etkilenen insanlar
Tam hazırlık planı	Ortak genel eğitim	11 veya daha fazla	Özel durum için özel ekipman	Seviye 4	15 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 5 dakika içinde uyarma	En çok 30 dakika içinde yardım

Tablo 6.2. (Devamı) 2001 yılında İsveç'teki küçük bir şehirde orta ölçekli bir kurtarma hizmetinin hazırlıklı olma durumu (Ritchey, Stenström ve Eriksson 2002; Ritchey 2018).

PLANLA MA/PLAN LAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVC UT PERSO NEL	MEVCUT EKİPMAN	KOMUT A SEVİYE Sİ (önceden tanımlan mış)	Kimyasal salınım MÜDAHA LE	MÜDAHA LE: Kamuoyun u bilgilendir me	MÜDAH ALE: Etkilenen insanlar
Özel bir durum için müdahale planı	Özel durum için eğitim	8 – 10	Özel durum için temel ekipman	Seviye 3	30 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 30 dakika içinde uyarı yarma	15 dakika içinde bazı kişilere yardım
Özel bir durum için standart rutin	Temel eğitim + düzenli eğitim	5 – 7	Özel bir durum için temelden daha az ekipman	Seviye 2	15 dakikada %50'den daha az azaltma	30 dakika içinde uyarı yok	30 dakika içinde bazı kişilere yardım
Genel durum için standart rutin	Sadece temel eğitim	4 veya daha az		Seviye 1	30 dakikada %50'den daha az azaltma		30 dakika içinde yardım mevcut değil
Yalnızca uyarı planı					30 dakika içinde önlem alınmaması		

Tablo 6.3. Müdahale alanında istenilen bir müdahale düzeyini gerçekleştirmek için hangi kaynakların gerekli olacağına ilişkin değerlendirme (Ritchey 2018).

PLANLA MA/PLAN LAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVC UT PERSO NEL	MEVCUT EKİPMAN	KOMUT A SEVİYE Sİ (önceden tanımlan mış)	Kimyasal salınım MÜDAHA LE	MÜDAHA LE: Kamuoyun u bilgilendir me	MÜDAH ALE: Etkilenen insanlar
Tam hazırlık planı	Ortak genel eğitim	11 veya daha fazla	Özel durum için özel ekipman	Seviye 4	15 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 5 dakika içinde uyarma	En çok 30 dakika içinde yardım
Özel bir durum için müdahale planı	Özel durum için eğitim	8 – 10	Özel durum için temel ekipman	Seviye 3	30 dakikada en az %80 azaltma	İlgili halkı 30 dakika içinde uyarma	15 dakika içinde bazı kişilere yardım

Tablo 6.3. (Devamı) Müdahale alanında istenilen bir müdahale düzeyini gerçekleştirmek için hangi kaynakların gerekli olacağına ilişkin değerlendirme (Ritchey 2018).

PLANLA MA/PLAN LAR	EĞİTİM VE ÖĞRETİM	MEVC UT PERSO NEL	MEVCUT EKİPMAN	KOMUT A SEVİYE Sİ (önceden tanımlan mış)	Kimyasal salınım MÜDAHA LE	MÜDAHA LE: Kamuoyun u bilgilendir me	MÜDAH ALE: Etkilenen insanlar
Özel bir durum için standart rutin	Temel eğitim + düzenli eğitim	5 – 7	Özel bir durum için temelden daha az ekipman	Seviye 2	15 dakikada %50'den daha az azaltma	30 dakika içinde uyarı yok	30 dakika içinde bazı kişilere yardım
Genel durum için standart rutin	Sadece temel eğitim	4 veya daha az		Seviye 1	30 dakikada %50'den daha az azaltma		30 dakika içinde yardım mevcut değil
Yalnızca uyarı planı					30 dakika içinde önlem alınmaması		

Ritchey, Stenström ve Eriksson (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, “Müdahale Alanı”nda yer alan müdahale seviyelerinin tanımlanabilmesi için bir kimyasal olay senaryosu kullanıldığı belirtilmektedir. Bu morfolojik model ile İsveç Kurtarma Hizmetleri’nin hazırlıklı olma durumunun değerlendirilmesi amaçlandığı için senaryoların geliştirilmesi söz konusu değildir. Bu morfolojik model için senaryo bir araç niteliği taşımaktadır. Bu bağlamda, tez çalışmasında “Kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ve operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile oluşturulan senaryo geliştirme modeli aracılığıyla senaryolar nasıl geliştirilir?” ve “Kasıtlı olarak meydana gelebilecek kimyasal olaylar ve sonuçlarına ilişkin Genel Morfolojik Analiz yöntemi ile oluşturulan senaryo geliştirme modeli aracılığıyla senaryolar nasıl geliştirilir?” sorularına yanıt aranmıştır. Tez çalışması ile dupleks modelleme türündeki morfolojik modeller oluşturulurken senaryolar araç olarak kullanılmamıştır. Senaryoların risk yönetimi çalışmalarındaki önemi göz önünde bulundurularak araç olmalarının aksine geliştirilmeleri amaç olarak belirlenmişlerdir. Aynı zamanda, senaryoların bir yöntem çerçevesinde daha etkili ve gerçeği yansıtacak bir şekilde geliştirilmeleri amaçlanmıştır. Bu bağlamda, oluşturulan

iki morfolojik modelin girdi-çıktı değişkenliğine ve ÇTD'lerine uygun bir şekilde seçilen parametre değerleri ile olası kimyasal olaylara yönelik gerçekleştirilecek müdahalenin ve kasıtlı kimyasal olayların sonuçlarının vurgulandığı dört farklı senaryo geliştirilmiştir. Bu senaryoları geliştirirken GMA yönteminin kullanılmasıyla, senaryoların yapılandırılmış bir yöntem dahilinde geliştirilmeleri konusuna ışık tutulduğu ve bu konu ile ilgili ulusal literatürdeki ve risk azaltma planlarındaki açığın kapatılmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. GMA yöntemi çerçevesinde örnek kimyasal olay senaryolarının geliştirilmesi ile KBRN-P veya farklı alanlarda senaryoların geliştirilmesine yardımcı olunacağı ve risk yönetimi çalışmaları alanında çalışanlara büyük katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Risk yönetimi kapsamında yürütülen çalışmalar, bir olayın afete dönüşmesinin önüne geçilmesi noktasında büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışmalardan biri de, afet ve acil durumlara yönelik senaryoların geliştirilmesidir (Özesen-Çolak 2017; İlhan 2013). Geliştirilen bu senaryolar; afet ve acil durum planları, risk değerlendirme çalışmaları, eğitimler ve tatbikatlar için temel oluşturmaktadır. Afet ve acil durumlara yönelik gerçekleştirilen risk yönetimi çalışmaları dahilinde veya özel olarak; olası KBRN-P olaylarına yönelik planların hazırlanması, risk değerlendirme çalışmalarının yürütülmesi ve bu olaylar ile ilgili eğitim ve tatbikatların gerçekleştirilmesi, KBRN-P olaylarına karşı hazırlıklı olunması konusunda büyük bir önem taşımaktadır. Risk yönetimi kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılabilmesi adına KBRN-P kısaltmasında yer alan harflerin arkasındaki tehlikeli madde türleri ile meydana gelebilecek her bir olaya yönelik özel senaryoların geliştirilmesi gerekmektedir. İnsan kaynaklı/teknolojik afetler kategorisinde yer alan KBRN-P olaylarının meydana gelme sıklığı her geçen gün endişe verici bir şekilde artmakta olup canlılar ve çevre için büyük bir tehdit niteliği taşımaktadır. Bu sebeple olası KBRN-P olaylarına yönelik özel olarak geliştirilen senaryolar, gelecekte yaşanması olası KBRN-P olaylarının seyri hakkında çıkarımlar yapılabilmesinde ve gerekli önlemlerin alınmasında kilit bir rol üstlenmektedir (Alexander 2000; Alexander 2017; Dökmeci 2018; Kadioğlu 2011; Endregard ve diğ. 2012; Cassel, Eriksson ve Sandstörn 2008).

KBRN-P maddelerinin farklı miktarlarda, çeşitli yayılım yollarıyla, farklı nedenlere bağlı olarak yayılım göstermesi ile farklı müdahale kapsamlarında/seviyelerinde meydana gelen olaylar, canlıları ve çevreyi farklı düzeylerde etkileyerek fiziksel güvenliğe, sosyal ve siyasi dengeye ilişkin pek çok sonucu beraberinde getirmektedir. Bu sonuçların üstesinden gelinmesi amacıyla KBRN-P olaylarına yönelik gerçekleştirilen müdahale; dekontaminasyon, keşif-tespit, yangın söndürme, tıbbi müdahale gibi pek çok çalışmanın çok sayıda kamu kurum ve kuruluşuna bağlı müdahale ekibi tarafından işbirliği ve koordinasyon içinde yürütülmesini kapsamaktadır (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009; Cassel ve diğ. 2005; Stöven ve Sahovic 2015; Endregard ve diğ. 2012; AFAD 2022). Çok sayıda ölçülemeyen faktöre sahip olan bu olaylar ile ilgili senaryoların; tutarlı, mantığa uygun, hiçbir olasılığın atlanmadan ve gerçeği yansıtacak bir şekilde geliştirilebilmeleri için sayısal olmayan yapılandırılmış bir yöntemin benimsenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda senaryoları, çalıştaylarda BOGSAT tarzında geçmişte yaşanan olaylar ve etkileri dikkate alınarak sadece beyin fırtınası ile geliştirmek yerine senaryo geliştirmek ve planları değerlendirmek için mükemmel bir yöntem olarak nitelendirilen GMA yöntemi ile geliştirilmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir (Eriksson ve Ritchey 2005; Ritchey 2003; AFAD 2020).

GMA yöntemi, Fritz Zwicky tarafından geliştirilmiştir ve Zwicky'nin bu yönteme ait prosedürleri manuel olarak gerçekleştirdiği belirtilmektedir (Zwicky 1969; Ritchey 2019; Ritchey 2015; Ritchey 2006b). Dr. Tom Ritchey, GMA yöntemini yazılım programı ile destekleyerek kullanmıştır ve yaklaşık olarak 100 proje yürütmüştür (Ritchey 1997; Ritchey 1998, Eriksson ve Ritchey 2002; Ritchey 2007; Ritchey 2019). Tez çalışması kapsamında GMA yöntemine ait prosedürler, Dr. Tom Ritchey tarafından geliştirilen CASPER gibi yazılım programlarının açık kaynaklı olmaması ve ücretli olmasından dolayı manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Örnek kimyasal olay senaryoları geliştirebilmek için GMA prosedürleri izlenerek “Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile iki farklı morfolojik model oluşturulmuştur. Yazılım desteği olmadan, prensipte basit olduğu belirtilen (Johansen 2017) GMA prosedürlerinin manuel olarak gerçekleştirilebileceği sonucuna

varılmıştır. Oluşturulan iki morfolojik model, Microsoft Word programında hazırlanmıştır (Bkz. EK 2; EK 6). GMA prosedürleri doğrultusunda bu iki morfolojik modelde yer alan parametre değerlerinin tutarlı olma durumları, iki ayrı ÇTD ile değerlendirilmiştir. Bu iki ÇTD, Microsoft Excel programında hazırlanmıştır (Bkz. EK 3; EK 7). “Örnek Senaryo 1, 2, 3 ve 4”ün geliştirilme aşamasında, oluşturulan iki morfolojik modelin “Olay Alanı”nda yer alan parametre değerlerinden senaryo temasına ve içeriğine göre seçim yapılmıştır. Seçilen ve birinci morfolojik modelin “Müdahale Alanı”ndan ve ikinci morfolojik modelin “Sonuç Alanı”ndan belirlenen parametre değerleri Microsoft Word programında renklendirilerek belirtilmiştir (Bkz. EK 4; EK 5; EK 8; EK 9). Morfolojik modellerdeki seçme ve belirleme işlemlerinin, yazılım desteği ile otomatik olarak gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir. Tez çalışması kapsamında oluşturulan iki morfolojik modelde yüksek oranlarda konfigürasyon sayısına sahiptir. İkisi için de ÇTD gerçekleştirilirken tüm bu konfigürasyonlar detaylı bir şekilde incelenmiştir ve bunun zaman alıcı ve dikkat gerektiren bir işlem olduğu ifade edilebilmektedir. Yazılım desteği ile ÇTD’nin zaman alıcı bir işlem olmasının önüne geçildiği belirtilmektedir (Ritchey 2015; Ritchey 2006b; Johansen 2017). GMA yöntemine yazılım desteği sağlayacak programların, ulusal ölçekte geliştirilmesinin büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Çünkü GMA; senaryo geliştirilmesinin yanı sıra karmaşık politika alanlarını tanımlamak ve analiz etmek, stratejik planlamalarda amaçlar ve araçlar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek gibi farklı amaçlarla kullanılabilir (Ritchey 2003). Ulusal ölçekte geliştirilmiş yazılım desteğine sahip olan GMA’nın, KBRN-P alanında ve farklı alanlarda senaryo geliştirme laboratuvarı olarak (Isaksoon ve Ritchey 2003) veya farklı çalışmalar dahilinde kolaylıkla kullanılabilmesi söz konusu olabilir.

KBRN-P olayları ile ilgili oluşturulacak morfolojik modeller için yazılım desteği olsun ya da olmasın, morfolojik modellerin temeli olan morfolojik tabloların hazırlanmasında KBRN-P uzmanlarının önemli bir role sahip olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu morfolojik tablolarda yer alacak parametreler ve değerlerinin sadece KBRN-P alanında eğitim görmüş kişilerce belirlenmesinin mümkün olduğu ifade edilebilmektedir. KBRN-P olayları ile ilgili morfolojik modeller oluşturmak amacıyla kullanılacak yazılımların geliştirilme aşamalarında bu konunun uzmanlarından destek alınmasının doğru bir karar olacağı düşünülmektedir. Aynı

zamanda KBRN-P alanında uzman kişilerin GMA konusunda bilgi sahibi olması, sürecin daha hızlı bir şekilde işlemlerini sağlayacaktır. KBRN-P haricindeki diğer bilim dalları için de aynı durum söz konusu olabilir.

Tez çalışması kapsamında örnek kimyasal olay senaryoları geliştirilmesi amaçlandığı için olası kimyasal olaylara yönelik operasyon servisi tarafından gerçekleştirilecek müdahale ve kasıtlı kimyasal olayların sonuçları şeklinde iki ayrı temada morfolojik modeller oluşturulmuştur. GMA ile KBRN-P kapsamında yer alan biyolojik, radyolojik, nükleer ve patlama olayları ile ilgili morfolojik modellerin oluşturulması, bu olaylara yönelik senaryolar geliştirilirken ve diğer risk yönetimi çalışmaları için büyük fayda sağlaması söz konusudur. Gerçekleştirilen tez çalışması kapsamında olası kimyasal olaylar ile ilgili morfolojik modeller oluşturulurken, bu olayların başlangıç faktörü niteliğindeki “kimyasal madde türü” ve “yayılma yolu” parametrelerinin morfolojik modellerde yer almasının elzem nitelikte olduğu sonucuna varılmıştır. Bu parametrelere ait değerlerin kasıtlı veya kazara meydana gelmesi fark etmeksizin yaşanabilecek olası kimyasal olaylar ile ilgili senaryoların temelini oluşturduğu ifade edilebilmektedir. Biyolojik olaylar ile ilgili oluşturulacak morfolojik modellerde “yayılma yolu” parametresine yer verildiğinde “*vektörler aracılığıyla*” ve “*enfekte kişiler aracılığıyla*” (Kılıç 2006; Bellamy ve Freedman 2002) değerlerinin eklenmesinin doğru olacağı düşünülmektedir. Bu olaylara yönelik gerçekleştirilecek müdahaleye ilişkin oluşturulacak morfolojik modellerde yer alacak “müdahalede kullanılacak ekipman” parametresine “*sürveyans ve bildirim sistemi*” (Dökmeci 2018; Korteper ve Parker 1999; WHO 2004) parametresi eklenebilir. Radyolojik ve nükleer olayların sonuçlarına ilişkin oluşturulacak morfolojik modellerde yer alacak “fiziksel güvenliğe ilişkin sonuçlar” parametresine “*deterministik etkiler*” ve “*sitokastik etkiler*” (Dökmeci 2018; Korteper ve Parker 1999; WHO 2004) değerlerinin eklenebileceği düşünülmektedir.

“Olası Kimyasal Olaylar ve Gerçekleştirilecek Müdahaleye İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” ve “Kasıtlı Olarak Meydana Gelebilecek Kimyasal Olaylar ve Sonuçlarına İlişkin Senaryo Geliştirme Modeli” başlıkları ile oluşturulan morfolojik modeller dupleks (çift yönlü) modelleme türündedir ve girdi-çıkış değişkenliğine sahiplerdir. Örnek kimyasal olay senaryoları geliştirilirken iki morfolojik modelin de “Olay Alanı” girdi olarak ele alınmıştır. Bu morfolojik modellerin dupleks (çift yönlü)

modelleme türünde olmaları, her ikisinde de yer alan “Olay Alanı”nın çıktı olarak da ele alınabilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, “Olay Alanı”nın çıktı olarak ele alınması, nasıl olayların üstesinden gelinmek zorunda kalınacağına dair öngörülerde bulunulmasına yardımcı olabilir. Yaşanması olası kimyasal olaylar ile ilgili belirsizlikler aydınlatılabilir ve bu olaylar ile ilgili bilgi boşlukları tespit edilebilir (Alexander 2017). Oluşturulan morfolojik modeller bu özelliği ile Acil Yardım ve Afet Yönetimi gibi lisans ve İlk ve Acil Yardım gibi ön lisans programlarında eğitim materyali olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, KBRN-P olaylarına müdahale edecek acil müdahale personelinin bilgi tazeleme eğitimlerinde de kullanılabileceği düşünülmektedir (Alexander 2000; Janing 1997).

Tez çalışması kapsamında muhtemel ve en kötü senaryo niteliğinde geliştirilen örnek kimyasal olay senaryolarına ek olarak, oluşturulan iki morfolojik model aracılığıyla çok sayıda muhtemel ve en kötü senaryonun geliştirilebileceği varsayımını gerçekleştirilen ÇTD’ler desteklemektedir. Geliştirilmiş olan ve morfolojik modeller aracılığıyla yeni geliştirilecek kimyasal olay senaryolarının, olası kimyasal olaylara yönelik gerçekleştirilecek olasılık, etki ve risk değerlendirmesi gibi değerlendirme çalışmalarında kullanılmasının, bu çalışmaların daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayacağı düşünülmektedir (Republic of Macedonia National Security Strategy 2009). Risk yönetimi çalışmaları kapsamında senaryolar, çok yönlü araç işlevi görmekte olup büyük bir öneme sahiptir (Alexander 2000; Alexander 2017). Simülasyon niteliğindeki senaryolar, risk yönetimi kapsamında gerçekleştirilen eğitim ve tatbikatların yanı sıra bilgisayar oyunlarında da kullanılmaktadır. Tez çalışması dahilinde geliştirilen senaryoların ve oluşturulan morfolojik modeller aracılığıyla yeni geliştirilecek senaryoların, olası kimyasal olaylar ile ilgili eğitim amacıyla geliştirilecek simülasyon oyunlarına büyük bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Açıl ve Keçeci 2022).

İRAPların güncellenmesi ile birlikte 81 ilde yer alan tehlike türleri ve KBRN-P olaylarına ilişkin geliştirilecek yeni senaryolar için GMA yönteminin kullanılmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda senaryoların bilim çerçevesinde, hiçbir olasılığın atlanmadan ve gerçeği yansıtacak bir şekilde geliştirilebilmeleri söz konusudur (Eriksson ve Ritchey 2005; AFAD 2020). Senaryo geliştirme aynı zamanda, planlayıcılar için bir eğitim yöntemidir (Alexander 2000).

Bu noktada GMA, senaryolar geliştirilirken multidisipliner çalışma grupları arasında bilimsel iletişimin sağlanması konusunda da yardımcı olacaktır (Ritchey 2006a; Ritchey 2006b).

Risk yönetimi çalışmaları ile ilgili değerlendirilmesi planlanan konulara dair özel senaryolar geliştirebilmektedir ya da mevcut senaryolar, gelişim sağlanması planlanan konuları değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Birinci morfolojik model aracılığıyla geliştirilen “Örnek Senaryo 1” ve “Örnek Senaryo 2”nin aşağıda belirtilen hususları değerlendirmek amacıyla kullanılabileceği düşünülmektedir (Endregard ve diğ. 2012):

- Olaydan kısa süre sonra müdahale kapsamını/seviyesini belirleyebilme etkinliği.
- Operasyon servisinde yer alan kamu kurum ve kuruluşları arasındaki işbirliği ve koordinasyon ve müdahale süreleri.
- Operasyon servisinde yer alan acil müdahale ekiplerinin olay yerini kordon altına alma ve sıcak, ılık ve soğuk alan şeklinde ayırma etkinliği ve süresi.
- Operasyon servisinde yer alan acil müdahale ekiplerinin olayın nedenini hızlı bir şekilde tespit etme ve tanımlama etkinliği.
- KKD’lerin, dekontaminasyon, arama-kurtarma, tespit ve diğer ekipmanların mevcudiyeti, etkinliği ve yeterliliği.
- Eğitimlerin yeterliliği.
- Kontamine olmuş kişilerin yönetimi.
- Sağlık sisteminin çok sayıda yaralıyı tedavi etme ve olası kontaminasyonla başa çıkma etkinliği (Örnek Senaryo 1).
- Kimyasalın kasıtlı olarak serbest bırakılmasına neden olan fail(ler)in kimliğini tespit etme ve gelecekte meydana gelebilecek benzer eylemleri önleme etkinliği (Örnek Senaryo 2).

İkinci morfolojik model aracılığıyla geliştirilen “Örnek Senaryo 3” ve “Örnek Senaryo 4”ün aşağıda belirtilen hususları değerlendirmek amacıyla kullanılabileceği düşünülmektedir (Endregard ve diğ. 2012):

- Beşeri ve sosyal etki.
- Tehdidin niteliği ve yapılması gerekenler konusunda halkı ve olası mağdurları bilgilendirmeye yönelik iletişim ve bilgilendirme stratejisi.
- Acil müdahale ekiplerinin olayın nedenini hızlı bir şekilde tespit etme ve tanımlama etkinliği.
- Kontamine olmuş ve olması muhtemel kişilerin yönetimi.
- Olası mağdurların kaydedilmesi ve izlenmesine ilişkin kapasite ve planlar.
- Yaralıların yönetimi ve tedavisi için kaynakların ve politikaların harekete geçirilme etkinliği.
- Kimyasalın kasıtlı olarak serbest bırakılmasına neden olan fail(ler)in kimliğini tespit etme ve gelecekte meydana gelebilecek benzer eylemleri önleme etkinliği.
- Binadan tahliye gerçekleştirme etkinliği (Örnek Senaryo 3).
- İlgili ülkelerdeki yetkililerle iletişim ve ulus ötesi müdahale koordinasyonu ve sorumlulukları (Örnek Senaryo 3).
- Özel kuruluşların krizlere karşı hazırlık durumu ve kriz yönetimi planının mevcudiyeti ve güncelliği (Örnek Senaryo 4).

KAYNAKLAR

- ACKOFF, R. L. 1974. *The Effect of Reasoning Logics on Real-Time Decision Making. Redesigning the Future: a Systems Approach to Societal Problems*. Wiley, New York, NY, USA.
- ACTON, J. M., BROOKE ROGERS, M. & ZIMMERMAN, P. D. 2007. Beyond the dirty bomb: re-thinking radiological terror. *Survival*, 49 (3), 151-168.
- AÇIL, A. & KEÇECİ, A. 2022. Hemşirelik Eğitiminde Bir Simülasyon Oyunu: “Klinik”. *Black Sea Journal of Health Science*, 5 (2), 328-332. Doi: 10.19127/bshealthscience.1067777.
- AFAD. 2014. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. *Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü*. ISBN: 978-975-19-6271-3.
- AFAD. 2017. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. *Ülkemizdeki KBRN olaylarından örnek vakalar ve müdahale yöntemleri*.
- AFAD. 2020. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Planlama ve Risk Azaltma Dairesi Başkanlığı. *İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) Hazırlama Kılavuzu*.
- AFAD. 2021. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. *KBRN Terimler Sözlüğü*.
- AFAD. 2022. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Planlama ve Risk Azaltma Dairesi Başkanlığı. *TAMP Türkiye Afet Müdahale Planı*.
- AGRAWAL, J. P. 2010. *High Energy Materials, Propellants, Explosives and Pyrotechnics*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN: 978-3-527-32610-5.
- AKSAL, Z., ÖRSDEMİR, V., ALTUN, Y. & ERDOĞAN, M. 1997. 3 Temmuz 1997 Mühimmat Fabrikası'nda Yangın ve Patlama Düinden Yarına Kırıkkale. Kırıkkale Valiliği, Kırıkkale İlini Kalkındırma ve Tanıtma Vakfı.
- AKSU, İ., SÖYLER, H. & EREN, M. 2014. Üretim işletmesi sistem dinamiği modeli. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 14 (28), 69-104. ISSN: 2148 – 3043.
- AKTEN, N. 2006. Shipping accidents: a serious threat for marine environment. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*. 12: 269-304. ISSN: 1304-9550.
- ALEXANDER, D. 2000. Scenario methodology for teaching principles of emergency management. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 9 (2), 89–97. Doi:10.1108/09653560010326969.
- ALEXANDER, D. 2009. Principles of Emergency Planning: Standardisation, Integration and Sustainability, *Building Safer Communities: Risk Governance, Spatial Planning and Responses to Natural Hazards*, Urbano Fra Paleo. NATO Science for Peace and Security Series, Vol. 58. IOS Press, USA. 162-173.
- ALEXANDER, D. 2017. *How to Write An Emergency Plan*, Dunedin Academic Press Ltd. Edinburgh, London. ISBN: 9781780465555.
- AŞCI, B. 2017. Olasılık Yönetimi: Senaryo Analizi. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (17), 375-394.
- BAILEY, A. & MURRAY, S. G. 2000. *Explosives, Propellants and Pyrotechnics*, Third edition, Land Warfare: Brassey's New Battlefield Weapons Systems and Technology Series, Vol. 2, Brassey's (UK) Ltd, London, UK.

- BARBAT, A. H., MOYA, F. Y. & CANAS, J. 1996. Damage scenarios simulation for seismic risk assessment in urban zones. *Earthquake spectra*, 12 (3), 371-394.
- BELLAMY, R. & FREEDMAN, A. 2001. Bioterrorism, *QJM*, 94, 227-234.
- BENOLLI, F., GUIDOTTI, M. & BISOGNI, F. 2021. The CBRN threat. Perspective of an interagency response. *International Security Management*. 429-448. Springer Nature Switzerland AG. Doi: 10.1007/978-3-030-42523-4.
- BESCH, F. & WENCKE, A. 2007. Infection management on cruise ships-Example of an infection outbreak with *Salmonella enteritidis*. *Gesundheitswesen*. 69 (3), 183-184.
- BHARGAVA, N., SHARMA, G., BHARGAVA, R. & MATHURIA, M. 2013. Decision tree analysis on j48 algorithm for data mining. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*. 3 (6). 1114-1119. ISSN: 2277 128X.
- BORCHARDT, G. 1991. Preparation and use of earthquake planning scenarios. *California Geology*, 44 (9), 195-209.
- BOSHER, L. & CHMUTINA, K. 2017. *Disaster Risk Reduction for The Built Environment*. Thinking point 2.3, The 'Disaster Cycle'. John Wiley & Sons. ISBN: 9781118921494.
- BREIVIK, H., ENDREGARD, M., HEIRENG, H. S., BASTINGS, I., PETERS, C. & WEVERS, J. 2012. D2. 3A Critical event parameters. PRACTICE WP2 deliverable. ISBN: 978-82-464-2102-5.
- BROMET, E. J. & HAVENAAR, J. M. 2007. Psychological and perceived health effects of the Chernobyl disaster: a 20-year review. *Health Physics*. 93 (5), 516-21.
- CARLING, P. C., BRUNO-MURTHA, L. A. & GRIFFITHS, J. K. 2009. Cruise ship environmental hygiene and the risk of norovirus infection outbreaks: an objective assessment of 56 vessels over 3 years. *Clinical Infectious Diseases*, 49 (9), 1312-1317.
- CARUS, W. S. 2002. *Bioterrorism and Biocrimes: The Illicit Use of Biological Agents Since 1900*. Case 1984-02: the Rajneeshees, August-September 1984. Center for Counterproliferation Research, National Defense University. ISBN: 1-4101-0023-5. 50-58.
- CASSEL G., NORLANDER L., OLOFSSON G. & SVENSSON I. 2005. *A Representative Set of Planning Scenarios*, Innovative Measures for the Protection Against CBRN Terrorism (IMPACT) WP100 Project, deliverable D100.1, Swedish Defence Research Agency (FOI), EU RESTRICTED.
- CASSEL, G., ERIKSSON, H. & SANDSTRÖM, B. 2008. *MASs-casualties and health care following the release of toxic chemicals or radioactive materials*. Work Package 4 deliverable. EU project 2007209. Swedish Defense Research Agency (FOI), Sweden.
- CASSEL G., SANDSTRÖM B., NORLANDER L., THORSTENSSON M. & ERIKSSON H. 2011. *The Public Health Response to Chemical Incidents Emergencies Toolkit* (CIE Toolkit). Exercise Card Concept. Exercise Director Instructions and Scenarios, Work Package 6, Deliverable D3 Report, Development of exercise cards for scenario training. Agreement Number 2007205. Swedish Defence Research Agency (FOI).
- CENCIARELLI, O., REA, S., CARESTIA, M., D'AMICO, F., MALIZIA, A., BELLECCI, C., GAUDIO, P., GUCCIARDINO, A. & FIORITO, R. 2013. Biological Weapons and Bio-Terrorism: a review of History and Biological Agents, *Defence S&T Technical Bulletin*, 6 (2), 111-129.
- CHEN, S. H., KUO, Y. & LIN, J. K. 2020. Using Mahalanobis distance and decision tree to analyze abnormal patterns of behavior in a maintenance outsourcing process-a case

- study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 27 (2), 253-263.
<https://doi.org/10.1108/JQME-04-2019-0037>
- CHERMACK, T. J. 2017. *Foundations of Scenario Planning The Story of Pierre Wack*. 1st Edition. Routledge Taylor & Francis, New York. ISBN: 978-1-138-19019-1.
- COLELLA, M., THOMSON, S., MACINTOSH, S. & LOGAN, M. 2005. An introduction to radiological terrorism. *The Australian Journal of Emergency Management*, 20 (2), 9-17.
- CWC Coalition. 2021. NGO Statement 9: Next Steps in Strengthening Controls Over Novichok Agents and Precursors. Twenty-Sixth Session of the Conference of the States Parties (CSP-26) to the Chemical Weapons Convention The Hague, The Netherlands.
- ÇİNİCİOĞLU, E. N., ATALAY, M. & YORULMAZ, H. 2013. Trafik kazaları analizi için bayes ağları modeli. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6 (2), 41-52.
- DAĞ, A., TOPUZ, K., ÖZTEKİN, A., BULUR, S. & MEGAHED, F. M. 2016. A probabilistic data-driven framework for scoring the preoperative recipient-donor heart transplant survival. *Decision Support Systems*, 86, 1-12.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2016.02.007>
- DELEN, D., TOPUZ, K. & ERYARSOY, E. 2019. Development of a Bayesian Belief Network-based DSS for predicting and understanding freshmen student attrition. *European Journal of Operational Research*, 281 (3), 575-587.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.03.037>
- DÖKMECİ, A. H. 2018. *Toksikolojik Çevresel ve Endüstriyel Afetler*, 1. Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul. ISBN: 978-605-335-436-9.
- DÖKMECİ, A. H. & ÇAVLAN, B. 2020. Biyolojik silah; biyolojik savaşlar, pandemiler ve Covid-19. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 16 (4), 841-859.
- DRABEK, T. E. & HOETMER, G. J. 1991. *Emergency management: Principles and practice for local government*. Washington, DC: International City Management Association.
- DÜNDAR, S. & ECER, F. 2008. Öğrencilerin GSM operatörü tercihinin analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 15 (1), 195-205.
- DWORKIN, J., PRESCOTT, M., JAMAL, R., HARDAWAN, S.A., ABDULLAH, A. & GALEA, S. 2008. The long-term psychosocial impact of a surprise chemical weapons attack on civilians in Halabja, Iraqi Kurdistan. *The Journal of nervous and mental disease*, 196 (10), 772-775.
- ECKHOFF, R. K. 2016. *Explosion Hazards in the Process Industries*, Second edition, Gulf Professional Publishing Company, Elsevier, Cambridge, USA, 325-326. ISBN: 978-0-12-803273-2.
- ENDREGARD, M. & ENGER, E. 2010. D14 *Overview of Physical Aspects Concerning Operations in an Asymmetric Urban Environment*. Deliverable 14. Asymmetric Threat Environment Analysis (ATHENA).
- ENDREGARD, M., BREIVIK, H., HEIRENG, H. S., ENGER, E., SANDRUP, T. & KELLY, D. 2011. D2. 1 *Scenario template, existing CBRN scenarios and historical incidents*, PRACTICE WP2 deliverable. ISBN: 978-82-464-1986-2.
- ENDREGARD, M., BREIVIK, H., HEIRENG, H. S., SANDRUP, T., FONTEYNE, P. A., ERIKSSON, H. & KELLY, D. 2012. D2. 2 *Reference set of CBRN scenarios*. PRACTICE WP2 deliverable. ISBN: 978-82-464-2011-0.

- ENSERINK, M. 2001. This time it was real: Knowledge of anthrax put to the test. *Science*, 294, 490–491.
- ERICKSON, N. J. 1975. Scenario Methodology in Natural Hazards Research. Institute of Behavioral Sciences, The University of Colorado, Program on Technology. *Environment and Man, Monograph NSP. RA*, 10-75.
- ERIKSSON, T. & RITCHEY, T. 2002. Scenario development using computerised morphological analysis. In Winchester International OR Conference, England.
- ERIKSSON, T. & RITCHEY, T. 2005. Scenario development and force requirements using morphological analysis. Swedish Defence Research Agency (FOI) Division of Defence Analysis SE-172 90 Stockholm Sweden, Accession Number: ADA438866.
- ERKEKOĞLU, P. & KOÇER-GÜMÜŞEL, B. 2018. Kimyasal savaş ajanları: tarihçeleri, toksisiteleri, saptanmaları ve hazırlıklı olma. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, 38 (1), 24-38.
- FEDOTOV, S. A., CHERNYSHEVA, G. V. & SHUMILINA, L. S. 1993. A Probable Development “Scenario” for the Sequence of Strong ($M \geq 6$) Foreshocks and Aftershocks of Earth quakes $M > 8$ in the Zone of Pacific Ocean. *Journal of Earthquake Prediction Research*, 2 (4), 585-591.
- FINLAND NATIONAL CBRNE STRATEGY. 2017. *National CBRNE Strategy 2017*, Ministry of The Interior Publications. ISBN PDF: 978-952-324-172-5.
- FISHER, D. M. 2018. Reflections on teaching system dynamics modeling to secondary school students for over 20 years. *Systems*, 6 (2), 12.
- FORDHAM, S. 1980. *High Explosives and Propellants*. Second edition. Pergamon Press Ltd., Oxford, UK.
- FORRESTER, J. W. 1958. Industrial dynamics: a major breakthrough for decision makers. *Harvard Business Review*. 36 (4), 37-66.
- FOST, D. & EDMONSTON, B. 1998. How to think about the future. *American Demographics*. 20: 6-12.
- GALATAS, I. 2020. *Handbook of Terrorism Prevention and Preparedness*. Chapter 17 Prevention of CBRN Materials and Substances Getting into the Hands of Terrorists, Schmid A. P. (ed.), The Hague, NL: ICCT Press, 532-559. Doi: 10.19165/2020.6.0117.
- GELLER, C., VARBANOV, M. & DUVAL, R. E. 2012. Human coronaviruses: insights into environmental resistance and its influence on the development of new antiseptic strategies. *Viruses*, 4 (11), 3044-3068.
- GINSBERG, J. P., HOLBROOK, J. R., CHANDA, D., BAO, H. & SVENDSEN, E. R. 2012. Posttraumatic stress and tendency to panic in the aftermath of the chlorine gas disaster in Graniteville, South Carolina. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, 47 (9), 1441-1448.
- GREENE, C. M., REEFHUIS, J., TAN, C., FIORE, A. E., GOLDSTEIN, S., BEACH, M. J., REDD, S. C., VALIANTE, D., BURR, G., BUEHLER, J. & PINNER, R. W. 2002. Epidemiologic investigations of bioterrorism-related anthrax, New Jersey, 2001. *Emerging infectious diseases*, 8 (10), 1048.
- HALAÇ, H. H. & ÖĞÜLMÜŞ, V. 2021. Akarsuların tarihi kent yerleşimlerine etkilerinin morfolojik analizi; Mudurnu deresi örneği. *Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat*, 6 (12) , 171-192.

- HU, Y., ZHANG, X., NGAI, E. W. T., CAI, R. & LIU, M. 2013. Software project risk analysis using Bayesian networks with causality constraints. *Decision Support Systems*, 56, 439-449. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2012.11.001>
- IFRC. 2020. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Chemical Explosion Beirut Port, Case Study, Technological and Biological (CBRN) Hazard Preparedness Programme, Geneva.
- ISAKSSON, S. & RITCHEY, T. 2003. Protection against sabotage of nuclear facilities: Using morphological analysis in revising the design basis threat. In *Proceedings of the 44th Annual Meeting of the Institute of Nuclear Materials Management*, Phoenix, ARIZONA.
- İLHAN, A. M. 2013. Afetler ve İnsani Yardım Operasyonlarında Silahlı Kuvvetlerin Rolü. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 107-129. Doi: 10.28956/gbd.239720.
- JANING, J. 1997. Assessment of a Scenario-Based Approach to Facilitating Critical Thinking Among Paramedic Students. *Prehospital and Disaster Medicine*, 12 (3), 42–48. Doi: 10.1017/s1049023x00037638.
- JDP 3-52. 2008. *Joint Doctrine Publication 3-52 Disaster Relief Operations* (2nd Edition), UK.
- Jİ, S. H. & AHN, J. 2019. Scenario-planning method for cost estimation using morphological analysis. *Hindawi Advances in Civil Engineering*. Article ID 4962653. <https://doi.org/10.1155/2019/4962653>
- JOHANSEN, I. 2006. *Scenarioklasser i Forsvarsstudie 2007: En morfologisk analyse av sikkerhetspolitiske utfordringer mot Norge*. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). FFI-Rapport 2006/02664. ISBN-82-464-1047-0.
- JOHANSEN, I. 2017. Scenario modelling with morphological analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 116–125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.016>.
- JOHANSEN, I. 2022. *Scenarioklasser for forsvarsplanlegging – revisjon av FFIs scenariogrunnlag*. Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). FFI-Rapport 21/01788. Prosjektnummer 1597 Elektronisk ISBN 978-82-464-3386-8.
- KADIOĞLU, M. 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, (Ed.) Kadioğlu, M. ve Özdamar, E. *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, Ankara: JICA Türkiye Ofisi Yayınları No:2, 1-34.
- KADIOĞLU, M. 2011. *Afet yönetimi beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek*. T. C. Marmara belediyeler birliği yayını, 65. İstanbul.
- KAHN, H. 1962. *Thinking About the Unthinkable*. Weidenfeld and Nicolson. Horizon, New York.
- KAHN, H. & WIENER, A. J. 1967. *The Year 2000: A Framework for Speculation of The Next Thirty-three Years*, Macmillan, New York.
- KAIDA, C., KIGAMI, Y., YOSHIOKA, M., SUGIYAMA, Y. & YAMANO, C. 2007. Food poisoning outbreak caused by Salmonella Enteritidis in box lunches distributed by a restaurant. *Japanese journal of infectious diseases*, 60 (1), 71-72.
- KANGAND, D. & LANSEY, K. 2012. Scenario-based multistage construction of water supply infrastructure in Proceedings of World Environmental and Water Resources Congress, Albuquerque, NM, USA.

- KAPPOS, A. J., STYLIANIDIS, K. C. & PITILAKIS, K. 1998. Development of seismic risk scenarios based on a hybrid method of vulnerability assessment. *Natural Hazards*, 17 (2), 177-192.
- KATZ, R. 2004. Biological Weapons: A National Security Problem that Requires a Public Health Response, Office of Population Research Princeton University, Working Paper Series, No. 310.
- KAVZOĞLU, T. & ÇÖLKESEN, İ. 2010. Karar ağaçları ile uydu görüntülerinin sınıflandırılması. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (1), 36-45. e-ISSN: 1309-3983.
- KEMP, J. 2015. Visualizing general morphological analysis via multidimensional scaling. Bachelor Thesis. University of Passau, Department of Informatics and Mathematics.
- KENAR, L. & SEZİGEN, S. 2017. *Kimyasal savaş yaralılarının tıbbi yönetimi için pratik rehber*. KSYÖ Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü Uluslararası İşbirliği ve Yardım Bölümü Destek ve Korunma Kısmı. Sağlık Bilimleri Üniversitesi.
- KILIÇ, S. 2006. Biyolojik silahlar ve biyoterörizm, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63 (1), 1-20.
- KIM, S. K. & SONG, O. 2009. A MAUT approach for selecting a dismantling scenario for the thermal column in KRR-1. *Annals of Nuclear Energy*, 36 (2), 145-150.
- KOPERSKI, J. 2016. Models, 1. *Models in Science*. Internet Encyclopedia of Philosophy (IEP). [Online] <https://iep.utm.edu/models/#H6> [Erişim Tarihi: 20.05.2023].
- KOPLAN, J. P., FALK, H. & GREEN, G. 1990. Public health lessons from the Bhopal chemical disaster. *Jama*, 264 (21), 2795-2796.
- KORTEPETER, M. G. & PARKER, G. W. 1999. Potential biological weapons threats, *Emerging infectious diseases*, 5, 523.
- KORTING, T. S. 2006. C4. 5 algorithm and multivariate decision trees. Image processing division, national institute for space research–INPE, Sao Jose dos Campos–SP, Brazil.
- LANTADA, N., CARREÑO, M. L. & JARAMILLO, N. 2020. Disaster risk reduction: a decision-making support tool based on the morphological analysis. *International journal of disaster risk reduction*, 42, 101342. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101342>
- LEAL, J. E. 2020. AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method. *MethodsX*, 7:100748. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.11.021>
- LEEUEW, M. W. 2007. *Assessment of the vulnerabilities of modern societies to terrorist acts employing radiological, biological or chemical agents with the view to assist in developing preventive and suppressive crisis management strategies (ASSRBCVUL)*, Deliverable #9. Final report, 2007-05-04, EU Restricted.
- MARCOT, B. G. & HANEA, A. M. 2021. What is an optimal value of k in k-fold cross-validation in discrete Bayesian network analysis?. *Computational Statistics*, 36 (3), 2009-2031. <https://doi.org/10.1007/s00180-020-00999-9>
- MARSHALL, V. C. 1987. *Major Chemical Hazards*, Ellis Horwood Series in Chemical Engineering. Ellis Horwood Ltd/Halsted Press, John Wiley & Sons, Inc., Chichester / New York. ISBN: 0-470-20813-9.
- MARSHALL, M. & OXLEY, J. C. 2009. *Aspects of Explosives Detection*, Chapter 2 Explosives: The Threats and The Materials, First edition, Elsevier, 11–26. Doi: 10.1016/b978-0-12-374533-0.00002-7.

- MARTTUNEN, M., LIENERT, J. & BELTON, V. 2017. Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. *European Journal of Operational Research*, 263 (1), 1-17.
- MAYER, K., WALLENIS, M. & RAY, I. 2005. Nuclear forensics—a methodology providing clues on the origin of illicitly trafficked nuclear materials. *Analyst*, 130 (4), 433-441.
- MEYERS, S. & SHANLEY, E. S. 1990. Industrial explosives-a brief history of their development and use. *Journal of Hazardous Materials*, 23 (2), 183-201.
- MOKHTARİ, H. & ASADKHANİ, J. 2020. Extended economic production quantity models with preventive maintenance. *Scientia Iranica*, 27 (6), 3253-3264. Doi:10.24200/sci.2019.51199.2055
- NABAVI, E., DANIELL, K. A. & NAJAFI, H. 2017. Boundary matters: the potential of system dynamics to support sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 140, 312-323. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.032>
- NATO. North Atlantic Treaty Organization. 2018. NATO Standard AMedP-7.1. *Medical Management of CBRN Casualties*. NATO Standardization Office (NSO).
- OEM. The Oregon Office of Emergency Management. 1997. Exercise Design and Evaluation Course, Portland, Oregon.
- OKUMURA, T., HISAOKA, T., YAMADA, A., NAITO, T., ISONUMA, H., OKUMURA, S., MIURA K. SAKURADA, M., MAEKAWA, H., ISHIMATSU, S., TAKASU, N. & SUZUKI, K. 2005. The Tokyo subway sarin attack—lessons learned. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 207 (2), 471–476. Doi:10.1016/j.taap.2005.02.032.
- OPCW. 2020. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. *The chemical weapons convention*. [<https://www.opcw.org/chemical-weapons-convention/download-convention>] (Erişim Tarihi: 08.02.2022).
- OPPENHEIMER, M. F. 2012. From Prediction to Recognition, Using Alternate Scenarios to Improve Foreign Policy Decision, *The John Hopkins University Press*, New York. 32 (1), 19-31.
- ÖZ, M. H. & ÖZEN-YAVUZ, A. 2021. Menteşeoğulları beyliği dönemi hamamlarının incelenmesi ve morfolojik analizi. *Online Journal of Art and Design*, 9 (4). 269-293.
- ÖZESEN-ÇOLAK, S. 2017. *Risk ve Kriz Yönetimi*. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. Acil Yardım ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı.
- PAVLIN, J. A. 1999. Epidemiology of bioterrorism, *Emerging infectious diseases*, 4, 528-530.
- PEARL, J. 2009. Causal inference in statistics: an overview. *Statistics Surveys*. 3, 96–146. ISSN: 1935-7516. Doi: 10.1214/09-SS057
- PERSSON, P. A., HOLMBERG, R. & LEE, J. 1993. *Rock Blasting and Explosives Engineering* (1st ed.). CRC Press. Doi: 10.1201/9780203740514.
- PIJNENBURG, B. & VAN DUIN, M. J. 1990. The Zeebrugge ferry disaster: Elements of a communication and information processes scenario. *Contemporary Crises*, 14 (4), 321-349.
- POYARKOV, V. 2018. *Nükleer Tehlikeler Hakkında Temel Bilgiler: Çernobil ve Fukushima'dan Alınan Dersler*, Basic Knowledge of Nuclear Hazards: Lessons from Chernobyl and Fukushima. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Avrupa Doğal Afetler Eğitim Merkezi (AFEM). Ankara.

- RASHIDI, M., GHODRAT, M., SAMALI, B., KENDALL, B. & ZHANG, C. 2017. Remedial modelling of steel bridges through application of analytical hierarchy process (AHP). *Applied Sciences*, 7 (2), 168. Doi:10.3390/app7020168
- RASKO, D. A., WORSHAM, P. L., ABSHIRE, T. G., STANLEY, S. T., BANNAN, J. D., WILSON, M. R., LANGHAM, R. J., DECKER, R. S., JIANG, L., READ, T. D. & PHILLIPPY, A. M. 2011. *Bacillus anthracis* comparative genome analysis in support of the Amerithrax investigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (12), 5027-5032.
- REICHLE, M. 1991. Earthquake scenario for the San Diego-Tijuana area. In Environmental Perils San Diego region, Proceedings of the Geological Society of America Annual Meeting. *California Geology*. 44 (9), 127-136.
- REPUBLIC OF MACEDONIA NATIONAL SECURITY STRATEGY. 2009. Methodology Guidance for CBRN Scenario Generation and Risk Assessment. Project 11: Integrated Multi-perspective Methodology to assess risks of CBRN Misuse (IM₃).
- RHYNE, R. 1981. Whole-pattern futures projection, using field anomaly relaxation, *Technological Forecasting and Social Change*, 19, 331-360.
- RINGLAND, G. 1998. *Scenario Planning: Managing for the Future*, John Wiley & Sons, New York, NY. ISBN: 0-471-97790-X.
- RITCHEY, T. 1997. Scenario Development and Risk Management Using Morphological Field Analysis: Research in Progress. Proceedings of the 5th European Conference on Information Systems, Volume III, p. 1053-1059.
- RITCHEY, T. 1998. Fritz Zwicky, Morphologie and Policy Analysis. 16th Euro Conference on Operational Analysis, Brussels, (available from FOI, Stockholm).
- RITCHEY, T., STENSTRÖM, M. & ERIKSSON, H. 2002. Using morphological analysis for evaluating preparedness for accidents involving hazardous materials. 4th International Conference for Local Authorities, Shanghai, November, Swedish Morphological Society, 15.
- RITCHEY, T. 2003. Nuclear facilities and sabotage: using morphological analysis as a scenario and strategy development laboratory. In Adaptation of a paper delivered to the 44-th annual meeting of the institute of nuclear materials management - Phoenix, Arizona, July.
- RITCHEY, T. 2006a. Modeling Multi-Hazard Disaster Reduction Strategies with Computer-Aided Morphological Analysis. Reprint from the Proceedings of the 3rd International ISCRAM Conference, Newark, NJ (USA). <http://www.swemorph.com/pdf/multi.pdf> [Erişim Tarihi: 03.06.2023].
- RITCHEY, T. 2006b. Problem structuring using computer-aided morphological analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 57 (7), 792-801.
- RITCHEY, T. 2007. Threat Analysis for the Transport of Radioactive Material using Morphological Analysis. Adapted from a paper presented at the 15th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM 2007, Miami, Florida.
- RITCHEY, T. 2011. *Wicked Problems–Social Messes: Decision Support Modelling with Morphological Analysis*. Vol. 17. Springer Science & Business Media. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. Editors: Jeryl L. Mumpower; Ortwin Renn. Doi: 10.1007/978-3-642-19653-9

- RITCHEY, T. 2012a. Outline for a morphology of modelling methods. *Acta Morphologica Generalis*, AMG, Swedish Morphological Society, Vol, 1 (1). ISSN 2001-2241.
- RITCHEY, T. 2012b. On the formal properties of morphological models. *Acta Morphologica Generalis*, AMG, Swedish Morphological Society, Vol, 1 (2). ISSN 2001-2241.
- RITCHEY, T. 2013. General morphological analysis, A general method for non-quantified modeling. Swedish Morphological Society 2002 (revised 2013). <https://www.swemorph.com/index.html> [Erişim Tarihi: 31.05.2023].
- RITCHEY, T. 2015. Principles of cross-consistency assessment in general morphological modelling. *Acta Morphologica Generalis*, AMG, Swedish Morphological Society, Vol 4 (2). ISSN 2001-2241.
- RITCHEY, T. 2018. General morphological analysis as a basic scientific modelling method. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.027>.
- RITCHEY, T. 2019. Modelling project problem spaces with general morphological analysis. *Acta Morphologica Generalis*, AMG, Swedish Morphological Society, Vol 7, (2). ISSN 2001-2241.
- RITCHEY, T. 2022. Morphospaces. A catalogue of 52 morphological models from selected projects 1995-2017. *Acta Morphologica Generalis*, AMG, Swedish Morphological Society, Vol 8, (1). ISSN 2001-2241.
- ROFFEY, R., TEGNELL, A. & ELGH, F. 2002. Biological warfare in a historical perspective, *Clinical microbiology and infection*, 8, 450-454.
- RUSMANN, H. & RICHARDT, A. 2008. Biological warfare agents, Decontamination of warfare agents, *WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*, Weinheim, 35-40.
- SAATY, T. L. 1991. Response to holder's comments on the analytic hierarchy process. *The Journal of the Operational Research Society*. 42 (10), 909-914.
- SAATY, T. L. 2004. Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. 13 (1), 1-35. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>
- SAKER, L., LEE, K., CANNITO, B., GILMORE, A. & CAMPBELL-LENDNUM, D. 2004. *Globalization and infectious diseases: A review of the linkages*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- SANDSTRÖM, B. E., ERIKSSON, H., NORLANDER, L., THORSTENSSON, M. & CASSEL, G., 2014. Training of public health personnel in handling CBRN emergencies: a table-top exercise card concept. *Environment International*, 72, 164-169.
- SAVCHENKO, I. 2018. Using Morphological Table Networks for Modeling Social Disaster Situations. *IEEE First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC)*. Kyiv, Ukraine. pp. 1-4. ISBN:978-1-5386-7197-9. Doi: 10.1109/SAIC.2018.8516797
- SCHOEMAKER, P. J. 1993. Multiple scenario development: Its conceptual and behavioral foundation. *Strategic management journal*, 14 (3), 193-213. Doi: 10.1002/smj.4250140304.
- SCHOEMAKER, P. J. 1995. Scenario planning: a tool for strategic thinking. *Sloan management review*, 36 (2), 25-40.

- SCHWARTZ, P. 1991. *The Art of The Long View: Planning in an Uncertain World*. 1st Edition, Currency Doubleday, New York. ISBN: 9780385267311.
- SERİNKEN, M. & KUTLU, S. S. 2009. Biyoterörizm ve Şarbon, *Türkiye Acil Tıp Dergisi*, 9 (4), 185-190.
- SEVİNÇ V., KÜÇÜK, Ö. & GÖLTAŞ, M. 2019. A Bayesian network model for prediction and analysis of possible forest fire causes. *Forest Ecology and Management*, 457. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117723>
- SHEA, D. A. 2013. Chemical weapons: a summary report of characteristics and effects. *Congressional Research Service*, The Library of Congress, 1-12.
- SHEPHERD, S. P. 2014. A review of system dynamics models applied in transportation. *Transportmetrica B: Transport Dynamics*, 2 (2), 83-105. ISSN 2168-0566. <https://doi.org/10.1080/21680566.2014.916236>
- SMITHSON, A. E. 2000. *Ataxia: The Chemical and Biological Terrorism Threat and The US Response*, Rethinking the lessons of Tokyo. Stimson report no. 35. Washington, DC: The Stimson Center.
- SOSNOWSKA, J., KUPPENS, P., DE FRUYT, F. & HOFMANS, J. 2019. A dynamic systems approach to personality: The Personality Dynamics (PersDyn) model. *Personality and individual differences*, 144, 11-18.
- SPENCER, R. C. & WILCOX, M. H. 1993. Agents of biological warfare, *Reviews in Medical Microbiology*, 4, 138-143.
- STENSTRÖM, M. 2013. *Morphological Analysis in Groups: A Personal Guide*, Swedish Defence Research Agency, Stockholm. Report No. FOI-R--3678-SE. p. 85.
- STÖVEN, S. & SAHOVIĆ, D. 2015. *PRACTICE Final Project Report*. Unclass.
- SUN, Y., LIU, N., SHANG, J. & ZHANG, J. 2017. Sustainable utilization of water resources in China: A system dynamics model. *Journal of cleaner production*, 142, 613-625. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.110>
- ŞENER, S. D. 2006. TRIZ: yaratıcı problem çözme teorisi ve diğer problem çözme yöntemleriyle karşılaştırma. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ŞİMŞEK, B. 2012. Biyoterörizm ajanlarıyla çalışırken laboratuvarlarda biyogüvenlik, Klinik mikrobiyoloji laboratuvarlarında biyogüvenlik, *Klimud Yayınları*, No:2, 288-302.
- TEGNELL, A., WOLLIN, R., ERIKSSON, U., FORSMAN, M., ENGSTRAND, L. & ELGH, F. 2001. Anthrax — the Swedish perspective. *Lakartidningen*. 98 (50), 5742–5745.
- TELES, M. D. F. C. D. S. 2022. *A general morphological analysis for mapping strategic sustainability decision-making in public transport companies*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Doutorado em Sistemas de Transportes, Porto.
- THE HOMELAND SECURITY COUNCIL. 2004. *Planning Scenarios*. Executive Summaries. Created for Use in National, Federal, State, and Local Homeland Security Preparedness Activities. David Howe, Senior Director for Response and Planning.
- TOLCHE, A. D., GURARA, M. A., PHAM, Q. B. & ANH, D. T. 2022. Modelling and accessing land degradation vulnerability using remote sensing techniques and the analytical hierarchy process approach. *Geocarto International*, 37 (24), 7122-7142. Doi: 10.1080/10106049.2021.1959656
- TURCANU, C., CROUĂIL, P., DURANOVA, T., CAMPS, J., SCHNEIDER, T. & RASKOB, W. 2016. Training courses on emergency preparedness, response and

- recovery: Theory, practice and application of newly developed tools. *Radioprotection*, 51 (HS2), S171-S173. Doi:10.1051/radiopro/2016065
- TURSUN, M. & AKSU, İ. 2022. Sistem dinamiği yaklaşımı ve sosyal bilimlerde kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 51: Özel sayı 1, Ö71-Ö86.
- ÜNÜVAR, Ü. & BAYRAM, B. 2014. *Göz Yaşartıcı Kimyasallar ve Toplumsal Olaylarda Zor Kullanım Araçlarının Neden Olduğu Sağlık Sorunlarında Tıbbi Destek ve Belgeleme*, Hekimlere Yönelik Rehber Kitap. Bölüm 2, Göz Yaşartıcı Kimyasal Ajanlar. Türkiye İnsan Hakları Vakfı Yayınları 97, Ankara, 18-31.
- VILLE, B. D. 2013. Decision trees. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5 (6), 448-455. DOI:10.1002/wics.1278
- WHEELIS, M. 2004. *A short history of biological warfare and weapons*. The implementation of legally binding measures to strengthen the biological and toxin weapons convention, Springer: 15-31.
- WHO. 2004. WORLD HEALTH ORGANIZATION guidance, *Public health response to biological and chemical weapons*, Geneva, 25-52, 53-86, 229-76.
- WIJITKOSUM, S. & SRIBURI, T. 2019. Fuzzy AHP integrated with GIS analyses for drought risk assessment: A case study from upper Phetchaburi River basin, Thailand. *Water*, 11 (5), 939. Doi:10.3390/w11050939
- WU, Z. & MCGOOGAN, J. M. 2020. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *Jama*, 323 (13), 1239-1242.
- YALEW, S. G., VAN GRIENSVEN, A., MUL, M. L. & VAN DER ZAAG, P. 2016. Land suitability analysis for agriculture in the Abbay basin using remote sensing, GIS and AHP techniques. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2:101, 1-14. Doi: 10.1007/s40808-016-0167-x
- YAMAN, F. 2021. *Dünya'da ve Ülkemiz'de Afet & Acil Durum Yönetimi ve Güncel Yaklaşımlar*. Gece Kitaplığı Yayınevi.
- YET, B., CONSTANTINOU, A., FENTON, N., NEIL, M., LUEDELING, E. & SHEPHERD, K. 2016. A Bayesian network framework for project cost, benefit and risk analysis with an agricultural development case study. *Expert Systems with Applications*, 60, 141-155.
- YOKOYAMA, I. 1987. A scenario of the 1883 Krakatau tsunami. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 34 (1-2), 123-132. Doi: 10.1016/0377-0273(87)90097-7.
- ZHANG, Q., ZHOU, C., TIAN, Y. C., XIONG, N., QIN, Y. & HU, B. 2018. A fuzzy probability Bayesian network approach for dynamic cybersecurity risk assessment in industrial control systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14 (6), 2497-2506. Doi: 10.1109/TII.2017.2768998
- ZWICKY, F. 1969. *Discovery, Invention, Research - Through the Morphological Approach*, Toronto: The Macmillan Company.

EKLER

EK 1

GENEL MORFOLOJİK ANALİZ TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ

Çözüm Uzayı: Bir morfolojik modelde kendi içinde tutarlı olmalarından dolayı olası bir çözüm olma şartını yerine getiren tüm konfigürasyonların alt kümesi (Ritchey 2015).

Konfigürasyon: Bir morfolojik modelde yer alan parametrelere ait değerlerin her birinden en az bir tanesinin görüntülendiği yapı (Ritchey 2015).

Morfolojik Alan: Bir morfolojik modelin temelini oluşturan yapılandırılmış boyutlar veya parametreler alanı (Ritchey 2015).

Morfolojik Model: Parametrelerinin Çapraz Tutarlılık Değerlendirmesi (ÇTD) aracılığıyla değerlendirildiği ve bağlandığı morfolojik alan (Ritchey 2015).

Parametre Uzayı: Morfolojik Alanı oluşturan, birbirine bağlı parametreler seti (Ritchey 2015).

Problem Uzayı: Bir Morfolojik Alanda elde edilen olası konfigürasyonların toplamı (Ritchey 2015) (Bkz. Çözüm Uzayı).

Tutarlılık: Bir morfolojik alanda yer alan farklı parametrelerin değerleri arasındaki uyumluluk derecesi (Ritchey 2015).

EK 2

OLASI KİMYASAL OLAYLAR VE GERÇEKLEŞTİRİLECEK MÜDAHALEYE İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME

MODELİ

OLAY ALANI

MÜDAHALE ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-Kurtarma Ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar Hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın Söndürme Ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-Tespit Ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune Alma Ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon Ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma Ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme Ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz Kaldırma Ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

EK 3

OLASI KİMYASAL OLAYLAR VE GERÇEKLEŞTİRİLECEK MÜDAHALEYE İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME MODELİ'NİN ÇAPRAZ TUTARLILIK DEĞERLENDİRMESİ

		KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/ SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	HazMat	Sinir ajanları				Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	
		Vezikan ajanlar				İçişleri Bakanlığı	
		Kan zehirleyici ajanlar				AFAD	
		Boğucu ajanlar				Sağlık Bakanlığı	
		Saf dışı edici ajanlar				Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	
		Diğer ajanlar				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	
		Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar				Tarım ve Orman Bakanlığı	
		Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	
YAYILMA YOLU		Besin/su aracılığıyla				Milli Savunma Bakanlığı	
		Buhar, gaz ve aerosol formda				Türk Kızılay	
		Patlayıcı aracılığıyla				Belediyeve Bağlı Ekipler	
		Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)				Arama-kurtarma ekipmanı	
		Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)				Seyyar hastane	
		Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)				Antidot	
		Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)				Yangın söndürme ekipmanı	
		Kırsal/Taşra				Keşif-tespit ekipmanı	
ETKİLENEN BÖLGE		Nüfusun olmadığı bölge				Numune alma ekipmanı	
		Ulusal (S4)				Dekontaminasyon ekipmanı	
		Ulusal (S3)				Barınma ekipmanı	
		Bölgesel (S2)				Beslenme ekipmanı	
		Yerel (S1)				Enkaz kaldırma ekipmanı	
		Uluslararası (S4)					
		Ulusal (S3)					
		Bölgesel (S2)					
MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ		Yerel (S1)					
		Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı					
		İçişleri Bakanlığı					
		AFAD					
		Sağlık Bakanlığı					
		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı					
		Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı					
		Tarım ve Orman Bakanlığı					
MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR		Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı					
		Milli Savunma Bakanlığı					
		Türk Kızılay					
		Belediyeve Bağlı Ekipler					
		Arama-kurtarma ekipmanı					
		Seyyar hastane					
		Antidot					
		Yangın söndürme ekipmanı					
MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN		Keşif-tespit ekipmanı					
		Numune alma ekipmanı					
		Dekontaminasyon ekipmanı					
		Barınma ekipmanı					
		Beslenme ekipmanı					
		Enkaz kaldırma ekipmanı					

EK 4

ÖRNEK SENARYO 1

OLAY ALANI

MÜDAHALE ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-Kurtarma Ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar Hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın Söndürme Ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-Tespit Ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune Alma Ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon Ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma Ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme Ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz Kaldırma Ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

EK 5

ÖRNEK SENARYO 2

OLAY ALANI

MÜDAHALE ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	ETKİLENEN BÖLGE	MÜDAHALE KAPSAMI/SEVİYESİ	MÜDAHALE EDECEK KAMU KURUM VE KURULUŞLAR	MÜDAHALEDE KULLANILACAK EKİPMAN
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Yoğun kentsel (Metropol/Şehir)	Uluslararası (S4)	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Arama-Kurtarma Ekipmanı
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Orta düzeyde kentsel (Semt/Kasaba)	Ulusal (S3)	İçişleri Bakanlığı	Seyyar Hastane
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Hafif kentsel (Mahalle/Birkaç bina)	Bölgesel (S2)	AFAD	Antidot
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Kırsal/Taşra	Yerel (S1)	Sağlık Bakanlığı	Yangın Söndürme Ekipmanı
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Nüfusun olmadığı bölge		Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	Keşif-Tespit Ekipmanı
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)				Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	Numune Alma Ekipmanı
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)				Tarım ve Orman Bakanlığı	Dekontaminasyon Ekipmanı
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)				Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	Barınma Ekipmanı
				Milli Savunma Bakanlığı	Beslenme Ekipmanı
				Türk Kızılay	Enkaz Kaldırma Ekipmanı
				Belediyeye Bağlı Ekipler	

EK 6

KASITLI OLARAK MEYDANA GELEBİLECEK KİMYASAL OLAYLAR VE SONUÇLARINA İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME MODELİ

OLAY ALANI

SONUÇ ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENE SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGeye İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risn ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

EK 7

KASITLI OLARAK MEYDANA GELEBİLECEK KİMYASAL OLAYLAR VE SONUÇLARINA İLİŞKİN SENARYO GELİŞTİRME MODELİ'NİN ÇAPRAZ TUTARLILIK DEĞERLENDİRMESİ

		KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR/TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGEEYİ İLİŞKİN SONUÇLAR
KİMYASAL MADDE TÜRÜ	HazMat	Sınırlanmış						
		Vezikan ajanlar						
		Kan zehirleyici ajanlar						
		Boğucu ajanlar						
		Saf dışı edici ajanlar						
		Diğer ajanlar						
		Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar						
YAYILMA YOLU		Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)						
		Besin/su aracılığıyla						
		Buhar, gaz ve aerosol formda						
		Patlayıcı aracılığıyla						
AKTÖR/TEHDİT		Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)						
		Devlet						
		Uluslararası örgüt						
		Terör örgütü						
AMAÇ		Organize suç örgütü						
		Aşırılik yanlısı gruplar						
		Aktivistler						
		KBRN-P uzman(lar)ı						
		Küçük üretici						
		Siyasi imtiyaz elde etmek						
		Rejim değişikliği						
DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER		Bölgenin kontrolünü ele geçirmek						
		Suikast						
		Ekonomik kazanç elde etmek						
		Tahribat ve kontaminasyon						
		Sabotaj						
		Korku ve panik oluşturmamak						
		Devlet yönetimi						
FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR		Enerji						
		Sağlık						
		Ulaştırma						
		İçme suyu						
		Tarım ve gıda						
		Kritik kamu hizmetleri						
		Telekomünikasyon/Siber						
SOSYAL VE SİYASİ DENGEEYİ İLİŞKİN SONUÇLAR		Ölümler						
		Uzun vadeli etkiler						
		Ciddi yaralanma						
		Hafif yaralanma						
		Psikolojik etki						
		Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği						
		Devlet sisteminin ihlali						
	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali							
	Makro veya mikroekonomik etki							
	Eğitim sisteminin ihlali							
	Sivil kargaşa							
	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma							

EK 8

ÖRNEK SENARYO 3

OLAY ALANI

SONUÇ ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGeye İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahrifat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

EK 9

ÖRNEK SENARYO 4

OLAY ALANI

SONUÇ ALANI

KİMYASAL MADDE TÜRÜ	YAYILMA YOLU	AKTÖR / TEHDİT	AMAÇ	DOĞRUDAN ETKİLENEN SEKTÖRLER	FİZİKSEL GÜVENLİĞE İLİŞKİN SONUÇLAR	SOSYAL VE SİYASİ DENGESİ İLİŞKİN SONUÇLAR
HazMat (Tehlikeli Maddeler)	Püskürtme, dökme, fırlatma ve enjekte etme (aktif)	Devlet	Siyasi imtiyaz elde etmek	Devlet yönetimi	Ölümler	Devlet sisteminin ihlali
Sinir ajanları (GA, GB vb.)	Besin/su aracılığıyla	Uluslararası örgüt	Rejim değişikliği	Enerji	Uzun vadeli etkiler	Ülkenin uluslararası mevki/saygınlığının ihlali
Vezikan ajanlar (L, CX vb.)	Buhar, gaz ve aerosol formda	Terör örgütü	Bölgenin kontrolünü ele geçirmek	Sağlık	Ciddi yaralanma	Makro veya mikroekonomik etki
Kan zehirleyici ajanlar (AC, CK)	Patlayıcı aracılığıyla	Organize suç örgütü	Suikast	Ulaştırma	Hafif yaralanma	Eğitim sisteminin ihlali
Boğucu ajanlar (CI, CG vb.)	Rüzgar vasıtasıyla uzaktan yayılım (pasif)	Aşırılık yanlısı gruplar	Ekonomik kazanç elde etmek	İçme suyu	Psikolojik etki	Sivil kargaşa
Saf dışı edici ajanlar (BZ, CN vb.)		Aktivistler	Tahribat ve kontaminasyon (İdari hizmet, diplomatik, askeri veya sivil bina, nesne, altyapı, tarihi yapı ve nesnelerde)	Tarım ve gıda	Temel yaşam gereksinimlerinin eksikliği	Günlük yaşam faaliyetlerinde bozulma
Diğer ajanlar (Novichok ve Portakal gazı)		KBRN-P uzman(lar)ı	Sabotaj	Kritik kamu hizmetleri		
Biyolojik kaynaklı toksik kimyasallar (Risin ve Saksitoksin)		Küçük üretici	Korku ve panik oluşturmak	Telekomünikasyon/ Siber		

EK 10

ÖZGEÇMİŞ

ADI SOYADI: Betül ÇAVLAN
E-POSTA:

DERECE	BÖLÜM / PROGRAM	OKUL	YIL
Yüksek Lisans	Sağlık Bilimleri Enstitüsü – Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer (KBRN) ve Toksikolojik Afetler (YL) (Tezli)	TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ	20.. – 20..
Lisans	Sağlık Yüksekokulu – Acil Yardım ve Afet Yönetimi	TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ	20.. – 20..
Lise	Acil Sağlık Hizmetleri Alanı – Acil Tıp Teknisyenliği Dalı	UZUNKÖPRÜ HÜSEYİN ÇORUM ANADOLU SAĞLIK MESLEK LİSESİ	20.. – 20..

MAKALELER		ADEDİ
1	SCI, SSCI ve AHCI kapsamında taranan dergilerde yayınlanmış, teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi, özet, derleme ve kitap kritiği türünden yayınlar dışındaki makaleler	-
2	SCI, SSCI ve AHCI dışındaki indeksler tarafından yayınlanmış, teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi, özet, derleme ve kitap kritiği türünden yayınlar dışındaki makaleler	1
3	Hakemli bilimsel dergilerde yayınlanmış, teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi, özet, derleme ve kitap kritiği türünden yayınlar dışındaki makaleler	-
4	Diğer bilimsel dergilerde yayınlanmış, teknik not, editöre mektup, tartışma, vaka takdimi, özet, derleme ve kitap kritiği türünden yayınlar dışındaki makaleler	-
ULUSLARARASI BİLDİRİLER		3
ULUSAL BİLDİRİLER		-
KİTAPLAR		-
ÇEVİRİLER		-
BİLİMSEL RAPORLAR		-
PATENTLER		-

DENEYİM	
KIRKLARELİ İL AFET VE ACİL DURUM MÜDÜRLÜĞÜ	Stajyer – 20..
KIRKLARELİ PINARHİSAR DEVLET HASTANESİ – ACİL SERVİS	Stajyer – 20..
KIRKLARELİ MERKEZ 1 NO’LU 112 ACİL SAĞLIK HİZMETLERİ İSTASYONU	Stajyer – 20..

SERTİFİKALAR	
KBRN Sivil Savunma	Türk Silahlı Kuvvetleri – 20..
Kongre Katılım Sertifikası	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Uluslararası Balkan Üniversitesi – 20..
Kongre Katılım Sertifikası	Univesidad Nacional Abierta y a Distancia – 20..
EU MODEX 2019-2020 Tatbikatı	European Union Civil Protection Mechanism – 20..
İlk Yardımcı Sertifikası	Türk Kızılay Çorlu İlk Yardım Eğitim Merkezi – 20..
Kongre Katılım Sertifikası	IKSAD International-İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü – 20..
Arama Kurtarma Faaliyetlerinde Kullanılan Düğümler	T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) – 20..
Diksiyon Programı Kurs Bitirme Sertifikası	Tekirdağ-Süleymanpaşa Halk Eğitim Merkezi ve Akşam Sanat Okulu – 20..
İşaret Dili Kurs Bitirme Sertifikası	Tekirdağ-Süleymanpaşa Halk Eğitim Merkezi ve Akşam Sanat Okulu – 20..
Önce Sağlık: Sterilizasyon Yöntem ve Teknikleri Stajı (Erasmus+ KA1) Sertifikası	Capio Krankenhaus Land Hadeln / Otterndorf (Germany) – 20..