

BİYOLOJİK SİLAHLAR

Saliha DALGIÇ

Danışman: Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR

Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

BİYOLOJİK SİLAHLAR
(Biological Weapons)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Saliha DALGIÇ

Danışman: Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR

Erzurum
Aralık, 2022



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

BİYOLOJİK SİLAHLAR

Prof. Dr. Rahmi DÜMLUPINAR danışmanlığında, Saliha DALGIÇ tarafından hazırlanan bu çalışma 06/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı Genel Biyoloji Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Özlem
BARIŞ

Aslı Islak İmzalıdır

Atatürk Üniversitesi

Danışman:

Prof. Dr. Rahmi
DÜMLUPINAR

Aslı Islak İmzalıdır

Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Mucip
GENİŞEL

Aslı Islak İmzalıdır

*Ağrı İbrahim Çeçen
Üniversitesi*

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR danışmanlığında sunulan “Biyolojik Silahlar” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	0	30
Kuramsal Temeller	1	30
Materyal ve Yöntem	0	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	0	20
Sonuç ve Öneriler	13	20
Tezin Geneli	1	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Saliha DALGIÇ	Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR
21.12.2022	21.12.2022
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinden itibaren yapılan araştırma sürecinde ve tezin yazılmasından sonuçlanıncaya kadar geçen sürede, hiçbir destekten kaçınmayan, tezin başlangıç zamanından bu yana istediğim zaman ulaşabildiğim, makale bulma konusunda bana yardımları dokunan çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR’a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez döneminin her aşamasında her zaman yanımda olan Kağan VERYER’e teşekkür ederim.

Yüksek lisans döneminin her aşamasında bana destek olan, her türlü yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Özlem BARIŞ’a teşekkür ederim. Karşılaştığım tüm zorluklarda bana desteğini hiç esirgemeyen Prof. Dr. Mucip GENİŞEL’e çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca hep yanımda olan beni destekleyen babam Reşit DEMİR’e annem Adalet DEMİR’e benim için çok değerli olan Deniz ŞAHBAZ’a teşekkür ederim.

Tez dönemim boyunca beni destekleyen, çalışmalarım boyunca gösterdikleri sonsuz sabır, sevgi, saygı ve anlayış için eşim Mesut DALGIÇ’a çocuklarım Yusuf ve Burak DALGIÇ’a şükranlarımı sunuyorum.

Saliha DALGIÇ

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ BİYOLOJİK SİLAHLAR

Saliha DALGIÇ

Danışman: Prof. Dr. Rahmi DUMLUPINAR

Amaç: Bu derleme çalışmasında biyolojik silahların tarihçesine bakılarak, insanlık için ne derece yıkıcı olduklarını, üretilen bu silahların kasıtlı ya da kazayla çevreye verildiğinde meydana getirdiği salgınlar nedeniyle çok sayıda can kayıplarının yaşandığı, sosyo ekonomik yıkımların oluştuğu ve çevresel kirliliğe yol açtıkları görülmekte olup bunların incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu derlemede biyolojik ajanlar ve biyoterörizm konuları ele alınmış olup, bu bağlamda biyolojik silah üretiminde kullanılan virüs ve bakterilerin insan ve diğer canlılarda hastalık veya ölüme neden olan karakteristik özellikleri üzerinde durulmuştur.

Bulgular: Olası bir biyolojik saldırıya hazır olabilmek için, barış döneminde de Biyoloji, Genetik ve Personel Eğitimi konusunda uzman kişilerin yetiştirilmesi gerekli olup, yapılacak çalışmalarla riskler belirlenmeli ve olabilecek tehlikelere karşı hazırlıklar yapılmalıdır.

Sonuç: Biyolojik silahlarla karşı karşıya kalınması halinde teşhis ve tedavi metotları ve bu silahlara karşı alınması gereken koruyucu önlemler özetlenmiş olup, bu konular ile ilgili Uluslararası alanda ve Türkiye’de yapılan çalışmalar ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik silah, Biyoterörizm, Virüs, Bakteri

Aralık 2022, 67 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

BIOLOGICAL WEAPONS

Saliha DALGIÇ

Supervisor: Prof. Dr. Rahmi DÜMLÜPINAR

Purpose: In this review study by looking at the history of biological weapons, it has been seen how destructive they are for humanity, when these produced weapons are deliberately or accidentally released into the environment, many deaths are experienced due to epidemics, socioeconomic destructions have occurred and environmental pollution is observed, and it has aimed to examine them.

Methods: In this review, biological agents and bioterrorism issues are discussed, and in this context, the characteristics of viruses and bacteria used in the production of biological weapons that cause disease or death in humans and other living things are emphasized.

Findings: In order to be ready for a possible biological attack, it is necessary that train experts in Biology, Genetics and Personnel Training in peacetime, risks should be determined through studies to be carried out and preparations should be made against possible dangers.

Conclusion: Diagnosis and treatment methods in case of confrontation with biological weapon and protective measures to be taken against these weapons are summarized, and the studies on these issues in the international arena and Türkiye are discussed.

Keywords: Biological weapon, Bioterrorism, Virus, Bacteria

December 2022,67 Pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	4
Biyolojik Silahlar ve Biyoterörizm	4
Biyolojik Silahın Tarihçesi	6
Almanya biyolojik silah programı	7
İngiltere ve Kanada biyolojik silah programı.....	8
ABD biyolojik silah programı.....	8
Japonya biyolojik silah programı	9
Rusya biyolojik silah programı	10
İran biyolojik silah programı.....	11
Irak biyolojik silah programı.....	11
Suriye biyolojik savaş programı.....	12
Diğer biyolojik silah saldırıları ve girişimler	12
Biyolojik Silahların Sınıflandırılması ve Biyolojik Ajan Türleri	14
Biyolojik ajan türleri	14
Bakteriler.....	15
Rickettsia(Riketsiyoz)	22
Klamidyalar	23
Virüsler.....	24
Maymun çiçeği.....	28
Parazitler	29
Funguslar.....	30
Biyolojik Silahların Özellikleri	30

Bir Olayın Biyolojik Silah Olabileceğini Düşündürecek Bulgular	31
Biyosensörler	32
Biyosensörlerin sınıflandırılması	34
Nitelikli biyosensörlerde aranan özellikler	35
Biyolojik Silahlara Karşı Savunma ve Korunma	37
MATERYAL VE YÖNTEM	40
Materyal	40
Biyolojik silahlarla ilgili mevzuatlar.....	40
Biyolojik silahların yasaklanması için yapılan sözleşmeler	40
Biyolojik silahlarla mücadele ve biyolojik silahlar sözleşmesi	41
Türkiye’de yasal mevzuat	42
Yöntem.....	43
Yasal mevzuatın genel bilgilere göre değerlendirilmesi.....	43
Ulusal mevzuatın uluslararası alanda durumu	43
ARAŞTIRMA VE BULGULAR.....	44
Biyolojik Silahların Ortak Özellikleri	44
Türkiye’de biyolojik saldırı konusunda yapılan eğitimler	44
Türkiye’de Olası Bir Biyolojik Saldırı Konusunda Mevcut Durum.....	44
TARTIŞMA VE SONUÇ	46
KAYNAKÇA	48
Kerget, F.and Parlak, E., 2022. Maymun Çiçeği Virüsüne Karşı Antiviral Yaklaşım ve Bağışıklık. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research Derleme / Review, 6(2), 94-100.....	51
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Biyolojik savaş ajanı simgesi	6
Şekil 2. 1942 yılında şarbon ile kontamine olan Gruinard adası	8
Şekil 3. Harbin, Çin'deki (L) Unit 731 binası, Dr Shiro Ishii (R), Atomicheritagefoundation ve Wikipedia aracılığıyla görüntüler (9 Haziran 2021)	10
Şekil 4. Georgi Markov'a düzenlenen suikast şemsiyesi	13
Şekil 5. Sivas'ta şarbon tehlikesi; köylülerin vücudunda yaralar çıktı, 1'i çocuk 3 kişi hastanelik oldu (31 Ağustos 2018).....	16
Şekil 6. <i>Tularemi</i> hastalığı	18
Şekil 7. Veba hastalığı.....	19
Şekil 8. Botulizm.	21
Şekil 9. Gazlı kangren	22
Şekil 10. Çiçek virüsü	28
Şekil 11. Maymun çiçeği.....	29

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BM	: Birleşmiş Milletler
CDC	: Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
KİS	: Kitle İmha Silahları
NATO	: Kuzey Atlantik İttifakı Örgütü
NPT	: Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Antlaşması
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

GİRİŞ

Savaş ve şiddeti var eden her tarihsel dönemin kendine özgü özellikleri mevcuttur. Sosyologlara göre insanlar şiddete öğrenilmiş bir davranış olarak başvuruyorken; psikologlar ise insan tabiatını saldırganlık içgüdüğü üzerinden açıklamaktadır (Yadigaroglu 2006). Dünyada insanların çoğalarak farklı topluluklar halinde yaşamaya başladıkları zamanlardan itibaren, bu topluluklar arasında zaman zaman çeşitli nedenlerden ötürü anlaşmazlıklar olmuş ve o günden günümüze kadar birbirleriyle farklı ölçeklerde savaşmak durumunda kalmışlardır (Erkekoğlu Gümüşel 2018). Anlaşılan odurki; savaşlar geçmişte olduğu gibi, günümüzde de gelecekte de olmaya devam edecek ve savaşların gittikçe artan yıkıcı, tahrip edici ve ölümcül sonuçlarıyla yüzleşmek zorunda kalınacak; bu acı gerçek nedeniyle her millet muhtemel savaşlara karşı kendilerini savunabilmek veya caydırıcı olabilmek amacıyla sürekli yeni silahlar geliştirme çabası içerisinde olacaklardır (Tuncer ve Saruhan 2008). Bu zorunlulukla da her milletin, sürekli olarak daha yeni ve daha güçlü silahlar üretmek için silah sanayisine diğer alanlardan çok daha fazla yatırım yapmalarına ve çaba harcamalarına neden olmaya devam edecektir (Arslan ve Barış 2022).

Eski çağlarda savaşlarda silah olarak kılıç, ok, yay ve mızrak gibi aletler kullanılırken, barutun icadıyla ateşli silahlar alanında tüfek, tabanca ve top gibi aletler ülkelerin envanterine girmeye başlamış olup, 20. Yüzyılda teknoloji ve bilimde yaşanan gelişmelerle birlikte, bir taraftan uçağın, deniz altlıkların ve çok daha hızlı hareket edebilen gemilerin icadı; daha güçlü ve çeşitli ateşli silahların da geliştirilmesiyle, savaşların çok daha geniş alanlarda yapılması ve insanlık için çok daha fazla yıkıcı etkilere sahip olması söz konusu olmaya başlamıştır (Saribaş 2019). Diğer taraftan mikrobiyoloji, kimya ve fizik alanlarında meydana gelen hızlı ilerlemelerle nükleer, biyolojik ve kimyasal silahların geliştirilmesi ile, bu yıkıcılık çok daha illeri boyutlara taşınmış ve insanlığın geleceği için çok daha tehlikeli sonuçlar doğurabilecek silahlar üretilmeye başlanmıştır (Varlık ve Çifçi 2021).

Günümüzde kullanılan askeri silahlar: patlayıcı içeren (konvansiyonel) silahlar ve kitle imha silahları (KİS) olarak katagorize edilmiş; bir tek kitle imha silahı dahi, patlama şiddeti aşırı yüksek binlerce patlayıcı içeren silahtan çok daha fazla tahrip ve yok etme gücüne sahiptir (Kılıç 2006).

Atom çekirdeğinin kaynaşması, füzyon veya ikisinin karışmasıyla meydana gelen, kimyasal bir reaksiyonla beraber ortaya çıkan enerji sonucunda patlama oluşturan çeşitli etken araçların tümü genel itibarile nükleer silah olarak adlandırılmaktadır (Bozbıyık vd 2001).

Çağımızda kuvvet ve saygınlık simgesi ile bilinen, çok büyük teknoloji ve gelişmiş bilgi kabiliyeti gerektiren nükleer silah kullanımının genel itibari ile geçmişi 70 yıla dayanmaktadır (Kıbaroğlu 2013).

En öldürücü kimyasal savaş silahlarının dahi yok etme potansiyelinin nükleer savaş silahlarına yaklaşması söz konusu değildir (Sarıbeyoğlu 2004).

Nükleer silahları hedef kitleye ulaştıracak oldukça sağlam ve doğru metotlar mevcut, kimyasal ve biyolojik silahlarda ise durum farklı olup, bunların amacına uygun etkili bir şekilde hedefe ulaştırılması ve sadece o bölgeye etkili olmalarının sağlanması saldırganın denetleyemediği hava olayları vs etmenlerden dolayı neredeyse imkansızdır (Arslan ve Barış 2022).

Biyolojik ve kimyasal silahlar, reel silahlardan farklı olarak silahlara yerleştirilen toksik moleküllerden oluşan, amaçlanan kitleye ulaştırmalarını sağlayan çeşitli bir alete yerleştirilerek (top mermisi, bomba, ajanı dağıtan bir alet veya makine gibi) kullanılması gerekmektedir (Kaya 2020).

Bu savaş ajanlarının kullanılması halinde, insanlık dramına ve çok ciddi sonuçlara sebep olabileceğinden, milletlerarası sahada silahsızlanma ve savaş ajanlarının kontrolü konusu oldukça önemsenmiş olup, bu savaş ajanları için değişik antlaşma ve sözleşmeler yapılmıştır (Varlık ve Çifçi 2021).

Dünya harbinin ilkinde kimyasal savaş ajanı ile tanışılmış, çağdaş anlamda ilk modellerini kavradığımız kitle imha silahlarının en olağan üstü çeşidi olan nükleer savaş ajanlarıyla karşılaşmamız ise ikinci dünya harbinin nihayetinde gerçekleşmiş olup; ikinci dünya harbinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Nagazaki ve Hiroşima'ya hava kuvvetleri aracılığıyla ateşli atom silahlarının atılması, 1946 yılından 1992 yılına dek Rusya'da makro boyuttaki biyolojik savaş ajanları programı, 1988'de düzen karşıtı Kürtlere yönelik Saddam Hüseyin'in kimyasal silah kullanmış olması ve 2015'te muhalif güçlere yönelik Suriye'de Esad güçleri tarafından kimyasal silah kullanılmış olmasıdır (Yazırdağ 2017; Bellamy and Freedman 2001).

Meydana gelen vakalar nedeniyle, kitle imha silahlarının yasaklanması için yapılan çalışmalar süratle devam ettirilmiş ve 1968'de (Nükleer Silahların Yayılmasının önlenmesi Sözleşmesi) imzalanmış olup 1972'de (Bakteriyolojik ve zehirleyici Silahların Geliştirilmesi,

Yapımı ve yığılmasının önüne geçilmesi ve bunların yok edilmesi) ile ilgili Sözleşme imzaya sunulmuş ardından tarihsel süreçte devletlerin çoğu kimyasal ve biyolojik savaş ajanları mevzusunda, türlü çalışmalar ve tecrübeler elde etmiş olmasına rağmen bunların sadece bir kısmı bilinmektedir (Littlewood 2005).

Hükümetlerin dışında terör örgütlerinin de bu savaş ajanlarını kullandığına dair, Japonya'nın bir metro istasyonunda meydana gelen ve 11 Eylül vakası olarak bilinen Amerika Birleşik Devletinde meydana gelen saldırılar önemli bir örnek teşkil etmektedir (Arslan ve Barış 2022).

Bu derleme çalışmamızda devletlerin biyolojik silahlar ile ilgili yürütmüş olduğu programlar, geçmişten günümüze kadar meydana gelen yıkıcı ve ölümcül sonuçları olan biyolojik ajanların kullanıldığı salgınlar, bu salgınlarda kullanılan ajanların genel özellikleri, Uluslararası alanda yapılan çalışmalar ve antlaşmalar, biyoteknoloji alanındaki ilerlemelerle beraber biyolojik silahların geliştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar ve Türkiye'nin biyolojik silahlar ile ilgili yasal mevzuatı hakkında bilgi verilmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Biyolojik Silahlar ve Biyoterörizm

Biyolojik silahlar; bir amaç doğrultusunda oluşturdıkları etki bakımından, hastalık yapıcı virüs ve mikroorganizmaları enfekte edebilen, nükleik asitlerde olduğu gibi çoğalarak artabilen biyolojik moleküllerin, hastalık oluşturmak ve bulaştırma kabiliyetine bağlı silahlar şeklinde ifade edilmiş olup, biyolojik silah olarak kullanılabilen toksinlerin, mikroorganizmaların çoğu kolay elde edilebilir ve seri bir şekilde üretilmektedir (Atlas 1998).

Dünyanın bütün ülkelerinde gündemde olan terörizm ve terör mevzuları, Türkiye'nin de gündeminde önemli bir yer edinmiş olup; İktisat, politik veya dinsel gayeler beklenerek, bulunan sivil kamu veya lokal idarelere karşı sert müdahaleler, hürriyet ve esas haklara fiili kısıtlama adına gerçekleşen terörün ürkütücü bir boyutu da son dönemlerde adını sıkça duyduğumuz biyoterörizmdir (Yüksel ve Erdem 2016).

Mikroorganizmanın kendisi veya toksinlerinin; bütün canlı varlıklarda ölüme neden olmak, hastalıklara sebebiyet vermek, canlıları ürkütmek gibi hedefleri olan; toksinlerin, bakterilerin, virüslerin veya diğer zararlı ajanların kasıtlı olarak salınması, ekipler veya kişiler tarafından kullanılmasına biyoterörizm adı verilmektedir (Rajesh 2018).

Günümüzde Birleşmiş Milletler, Dünya Sağlık Örgütü ve NATO (Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü) gibi, kimi milletlerarası kuruluşların ve Biyolojik Silahlar Konvansiyon'un tesbitlerine bakıldığında kırküç mikroorganizma (onbeş bakteri, yirmidört virüs, iki mantar ve iki parazit) insanlar için biyolojik silah olarak kullanılma potansiyeline sahip olup, bunun gibi silahlar kullanılarak meydana gelebilecek biyolojik harp; yerli hayvanlarda, yararlı bitkilerde ve insanlarda ölüm gibi oldukça yıkıcı sonuçları olan zararlar oluşturmayı, eşyalar üzerinde hasar meydana getirmeyi hedefleyen mikroorganizmaları ve onların toksinlerinin kasıtlı bir şekilde kullanılması; virüsler, protozoalar, bakteriler ve fungusların biyolojik silah şeklinde değerlendirilebileceği düşünülmektedir (Kılıç 2006).

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC) tarafından hastalık yapıcı mikroorganizmalar morbidite/mortalitenin ehemmiyeti, bulaşmasının kolay olması ve kullanım şekline göre A, B ve C gruplarına ayrılmaktadır (Çelen 2013).

A Grubu: bu gruptaki ajanlar insandan insana bulaşabilen, çok sayıda ölümlere sebebiyet veren, kolay bir şekilde yayılım gösteren ve halk sağlığını tehdit edebilecek güce

sahip ajanlar olarak bilinmesi; halkın paniklemesine, sosyal yapının bozulmasına sebep olabileceğinden, halkın sağlığını korumak için özel önlemler almayı mecburi hale getiren bu gruptaki biyo ajanların büyük bir kısmının hava yoluyla bulaşma gücüne sahip olmasından dolayı tehlike arzettiği bilinmektedir (Uyar ve Akçalı 2006).

B Grubu: bu gruptaki ajanların yayılması, bulaşması ve sebep olduğu ölüm oranları orta derecededir (Akçalı 2005).

C Grubu: bu gruptaki ajanların yayılmasının, üretiminin ve varlığının kolay olması sebebiyle, kitlesel saldırılar için kullanılmaları, hastalık ve ölüm oranlarının yüksek olması sağlık üzerinde büyük güç oluşturabilmesinden dolayı, son zamanlarda ortaya çıkan hastalık oluşturabilecek mikroorganizmalar bu grupta yer almaktadır (Berger et al. 2016).

Biyolojik olarak üretilen moleküler; konakçıda ölüme yahut hastalığa sebebiyet veren genellikle mikrobiyal kökenli metabolizma ürünleri şeklinde tanımlanmaktadır (Altun 2022).

Bütün mikroorganizmaları biyolojik silah şeklinde kullanmak mümkün olsa bile, en çok spor üreten bakteri ve virüsler kullanılmaktadır.

Brucella spp. (Bruselloz, Malta humması etkeni veya Akdeniz humması), *Rickettsia* (riketsiyal çiçek, Marsilya humması ve kayalık dağlar lekeli ateşi), *Salmonella typhi* (tifo etkeni, paratifo ve gıda zehirlenmesi), *Vibrio cholera* (kolera etkeni), *Shigella dysenteriae* (dizanteri etkeni), *Coxiella burnetii* (Q ateşi etkeni), *Franciella tularensis* (tularemi etkeni), *Yersinia pestis* (veba etkeni), *Clostridium perfringens* (gazlı gangren etkeni), *Bacillus anthracis* (şarbon etkeni); biyolojik ajan olarak kullanılabilen bakteriyel silahlardır (Varlık ve Çifçi 2021).

Viral ensefalit (Batı at ensefaliti, Doğu at ensefaliti, Japon ensefaliti, Venezuela at ensefaliti), Viral hemorajik ateş (Crimean-Congo, Marburg), Hentavirüs, Ebola virüsü, Variola (Smallpox, çiçek hastalığı etkeni), Sarıhumma, SARS (Ciddi Akut Solunum Yolu Sendromu /Severe Acute Respiratory Syndrome) gibi biyolojik silahlar viral kaynaklıdır (Kılıç 2006).

Biyolojik savaş ajanları ihtiva ettikleri çabuk yayılım gösterme ve hastalık oluşturma özelliğine sahip mikroorganizmalarla makro tehlikeler meydana getirme gücüne sahip ajanlardır (Atlas 1998).

Çabuk yayılım göstermeleri, üretimlerinin basit olması, transferlerinin kolay olması, çok alana dağılabilme özellikleri, ufak maliyetlerle fazla sayıda ulaşılabilmeleri, eser oluşturmamaları ve sağlam olmaları biyolojik savaş ajanlarını avantajlı hale getirmektedir (Klietmann and Ruoff 2001).

Biyolojik savaş ajanları bütün bu özelliklerinden dolayı para konusunda zorluk çekmeyen milli, milletler arası temas ve haberleşme ağlarını kullanmada zorluk yaşamayan terör örgütlerinin dikkatini çekmektedir (Yüksel ve Erdem 2016).

Literatürde kabul gören biyolojik savaş ajanı simgesi Şekil 1’ de gösterilmektedir.



Şekil 1. Biyolojik savaş ajanı simgesi

Biyolojik Silahın Tarihçesi

Asurlular düşmanlarının su kaynaklarını zehirlenmeye getiren bir çeşit mantarla zehirli hale getirmişlerdir (Oğuz ve Taşkesen 2021). Millattan Önce Atinalı Solon’un ishal oluşturan bir bitkiyi Krissa şehri ablukasında su ardiyelerini zehirli hale getirmek için kullanmıştır (Tercan 2020). Millattan Önce 184 yılında Bergamon kralı II. Eumenes’e karşı meydana gelen deniz harbinde, Hannibal’ın erleri toprak testilere yılanları koymuş ve düşman gemilerine atmaları sonucunda harbin galibi olmuşlardır (Pakdemirli ve Dülger 2021).

Tarihte rapor edilen ilk biyolojik silah kullanımı 1346 yılında, Tatarların Kaffa kentini işgali esnasında veba ile enfekte olan ölü insan cesetlerinin kentin su kanallarına atılması, Veba olayının ardından çiçek hastalığının da çok fazla yayılım göstermesi, 1763 yılında Fransız ve kızıldereliler harbinde İngilizler çiçek hastalığına yakalanan insanların kullandığı battaniyeleri kızılderelilere vererek çiçek salgınını başlatmış olup, bu düşüncüyü öne süren İngiliz General Jeffrey Amherst’in çiçek salgınında öldüğü düşünülmektedir (Erkekoğlu ve Gümüşel 2018).

İkinci dünya harbinden sonra ABD ve Rusya devletleri biyolojik silah geliştiren projelerini devam ettirmiş, 1984’te Rajneeshee tarikatı Oregon restoranlarında, salataları

Salmonella typhimurium ile kontamine ederek biyolojik savaş ajanlarının terör grupları tarafından kullanılabileceğini gözler önüne sermiştir (Bellamy and Freedman 2001).

Japonya da 1995'te Aum Shinkrikyo tarikatının, metroda sarin gazı kullanarak meydana getirdikleri hareketten sonra tarikatın *C. botulinum*, *S. anthracis* ile *C. burnetti* üstünde çalışmalar yaptığı, ayrıca azalarını 1992 yılında Zaire'ye Ebola virüsünü biyolojik silahları geliştirmek için ulaştırmışlardır. Irak'ın Körfez krizi nedeniyle *B. anthracis*, deve çiçeği virüsü, rotavirüs, *Botulinum* toksin, aflotoksin, mikotoksinler ile buğday pas hastalığı gibi ajanlar üstünde çalışmalar yaptığı saptanmıştır (Akçalı 2005; Henderson 1998).

Yukarıda belirttiğimiz gibi kimyasal ve biyolojik silahların kullanımı olabildiğince eski bir tarihe uzanmaktadır. Devletlerin büyük bir kısmı, bu savaş ajanlarını harplerde ya da çalışmalar içerisinde kullanıp fazlasıyla ölümlere ve yıkımlara sebebiyet vermiştir. Tarihte mevzunun ehemmiyetini anlamak ve vaziyetin önemli olduğunu çok iyi kavramak için, birtakım devletlerce öne sürülen biyolojik savaş ajanları ile ilgili yapılan çalışmaları şu şekilde açıklamak mümkündür.

Almanya biyolojik silah programı

İkinci dünya harbi esnasında; nazi toplama kamplarında hükümlüler üzerinde, *Rickettsia mooseri*, *Rickettsia prowazeki*, Hepatit A virüsü ve Plasmodium sp. ile ilgili deneyler uygulamaya konulmuş ancak kullanımı gerçekleşmemiştir (Ayaz ve Artuk 2022). Araştırmalarda amaçlanan biyolojik silahların uygulamaya konulamamasının nedeni ise; bu faktörlerin patojenitesinin anlaşılması, sulfonamid iyileştirilmesinin geliştirilmesi ve *Riketsiyal* yayılmalara yönelik aşı bulunmasıydı (Kılıç 2006).

Almanya biyolojik silah geliştirme ve araştırmalarını savunma adı altında çok sayıda bitkileri hasta eden ve zarar veren çalışmalar yapmış, 1943 yılının Ekim ayında 140000'e yakın patates böceğini Spreyer taraflarına uçaklardan salarak bırakmış; ayrıca patates hastalıkları, şalgam böcekleri gibi bitkilere yönelik agroterörizm çalışmalarını gerçekleştirmiştir (Güleç 2020).

Almanların birinci Dünya harbinde ruam ve şarbon enfeksiyonlarını müttefik olduğu devletlerin sığır ve atlarına gizliden bulaştırdığı; Romanya, İtalya ve Rusya'ya veba ve kolera enfeksiyonlarını da yaymaya çalıştığına dair raporların mevcut olduğu bilinmektedir (Yadigaroglu 2006).

Harp esnasında aerosoller ve dezenfeksiyon üstünde de kimi merkezlerde çalışmalar yapılmış; *Y. pestis* ve *B. anthracis*'in hububat sapları, ipek iplikler ve kurumuş saman üstündeki canlılığı, *F. tularensis*'inin içerisinde bakteri ihtiva eden yağ emülsiyonlarından

suda dağılan spesyal paketler meydana getirmesi, enfekte hayvan dokularından izolasyonun sağlanması ve *B. anthracis* sporları bulunduran, suda dağılabilen moleküllerin dış macunu kutularının içine konulması ve benzeri araştırmalar yapılmıştır (Dökmeci ve Çavlan 2020).

İngiltere ve Kanada biyolojik silah programı

Birleşik Krallığın 1930'larda ortaya çıkan biyolojik silah programı, esasen bitkisel ve hayvansal ürünleri ortadan kaldırmayı hedefleyen projeleri oluşturmuş, Kanada ise bilhassa sığır vebası faktörü üstünde çalışmalar yapmış, Amerika Birleşik Devleti ile beraber insanlar üzerinde kullanmak amacıyla *B. anthracis* üretimini gerçekleştirmiştir (Kılıç 2006).

İngiltere'nin 1942'de İskoçya'nın batı kıyısında bulunan Gruinard adasında *B. anthracis* (antraks/şarbon) kullandığı ve şarbon ile ilgili fazlasıyla denemeler gerçekleştirdiği bilinmektedir (Macar ve Asal 2020). Tahminen ada üstüne 4x10⁴ spor bırakılmış, tertipli aralıklarla arazi üzerinde kalıcı olup olmadığı denetlenerek 36 sene süresince şarbon ada arazilerinde varlığını devam ettirmiştir (Klietmann ve Ruoff 2001). Adanın dekontamine edilmesi için 1979'da harekete geçilmiş ve 2000000 ton deniz suyu, 280 ton formaldehit karışımı kullanılmış 1987'de ancak tam anlamıyla bir temizlik sağlanmıştır (Yüksel ve Erdem 2016).



Şekil 2. 1942 yılında şarbon ile kontamine olan Gruinard adası (Balmer 2015)

ABD biyolojik silah programı

Amerika Birleşik Devletleri 1942'de Maryland (Detrick) kampında saldırı amaçlı *Brucella suis* ve *Bacillus anthracis* ten oluşan biyolojik silah üretimi projelerinin yapımına başlamıştır (Yüksel ve Erdem 2016).

1943 senesinde Camp Detrick (şimdiki ismiyle Ford Detrick) te biyolojik savunma ve savaş amacıyla ABD bir merkez oluşturmuş: 1972 senesine kadar da saldırı amaçlı çalışmalara kaynak aktarımını sağlamıştır (Doğancı ve Baysallar 2001).

Amerika Birleşik Devletleri, 1953 yılında sarıhumma virüsü programlarını başlatmış ve bu programlara ordu da ciddi anlamda dayanak olmuştur (Ayaz ve Artuk 2022). 1969 yılında biyolojik silah çalışmalarını sonlandırdığını bildiren Amerika Birleşik Devletinin, soğuk savaşın ardından esas üzüntüsü eski Sovyetler Birliği döneminde ortaya çıkan programlarda var edilen bilgi, silah ve teknolojinin üçüncü dünya ülkelerine ve terörist ekiplere aktarmaya yöneltmiştir. 11 Eylül taaruzunun ardından Amerika Birleşik Devletleri'nin bu tutumu elle tutulur duruma gelmiştir (Roffey et al. 2002).

Japonya biyolojik silah programı

1931'de Japonya, Çinin kuzeyindeki Mançurya Eyaleti'nin işgali sonrasında bu eyalette 1936 yılında Japon Kwantung ordusuna bağlı “Salgın Hastalıkları Önleme ve Su Arıtma Merkezi” adıyla 731. Birimini kurmuş; bu birimin asıl amacı Japon ordusunun saklı kimyasal ve biyolojik harp birimi olmaktır (Erkeoğlu ve Gümüşel 2018)

1941'de Birimin ismi (Salgın Hastalıkları Önleme ve Su Arıtma Merkezi) Mançuria 731.Birim olarak değişmiş olup, buna şahit olanların dediklerine göre Birim'e getirilen insanların üstünde değişik istila hastalıklara ilişkin mikrop deneyimleri gerçekleştirilmiş, binin üzerinde şahısta da tifus ve veba hastalıkları sirayet etmiştir (Kılıç 2006).

Bu birimde gerçekleştirilen deneyimler ve meydana gelen olayların bir sır olarak kalmasının nedeni ise; ikinci dünya savaşı esnasında Amerika Birleşik Devletleri'nin askerlerinin kontrolü ele geçirdikten sonra, yenilen Japonya'dan 731. Birimin bütün malumat ve kayıtlarını almış; biyolojik ve kimyasal silahlarda kullanmak amacıyla Birimin bütün deneyim kayıtlarını, sonuç ve tetkik dökümanlarını ele geçirip saklamıştır (Najmuldeen 2020).



Şekil 3. Harbin, Çin'deki (L) Unit 731 binası, Dr Shiro Ishii (R), Atomicheritagefoundation ve Wikipedia aracılığıyla görüntüler (9 Haziran 2021)

Rusya biyolojik silah programı

1950 yılının yarısında ardı sıra genetik mühendisliğinde yaşanan gelişmeler ve DNA'larla ilgili katedilen ilerlemeler; genetiği değiştirilmiş patojen programlarının başlamasına neden olmuştur (Yakıcıer 2002).

Bu konuyla ilgili batıda yaşanan gelişmeleri özenle takip eden Rusya, kendine ait çalışmalarını hayata geçirmeyi planlamış ve genç bilim insanlarından meydana gelen bir grup oluşturarak bu gelişmelerin harp esnasındaki etkisini araştıran ekiplere programlar yaptırılmıştır (Dökmeci Çavlan 2020).

1972'de Rusya biyolojik silahlar sözleşmesini imzalamış olsa bile, Brejnev aracılığıyla 1973'de bildirilen saklı bir yönergeyle aşı ve antibiyotiklere karşı dirence sahip ve kıtalar arasında yaşanacak bir harp esnasında genetiği değiştirilmiş patojenler geliştirmek, kuvvetli bir silah niteliği taşıyabilecek biçimde var olan biyolojik silahları çok daha etkili bir duruma sokmayı amaçlayan bir çalışma ortaya çıkarmıştır (Doğanalp 2016).

Bu yönerge, daha sonra Rusya'nın makro biyolojik silahlanma programı haline gelecek olan''Biopreparat'' çalışmasının yapılmasına neden olmuş, Biopreparat çalışması içerisinde memleketin en mühim epidemologları, biyokimyacıları ve biyologları vazifelendirmiş, bütçeden para aktarımı sağlanmıştır (Kılıç 2006).

1991 yılının sonlarında Rusya'nın dağılmasından sonra, 1992'nin Nisan ayında başkan Yeltsin, Rusya'nın biyolojik silah çalışmalarını bitirmediğini ve dağılana dek çalışmalarını

sürdürdüğünü ifade etmiş; 1992’de SSCB’nin biyolojik silah çalışmalarını bitirmesiyle, biyolojik silahlarla ilgili eğitim görmüş 60000’ne yakın çalışanlarının dünyanın farklı topraklarına dağıldığı ve bir kesiminde farklı terör örgütleriyle bağlantı kurduğu düşünülmektedir (Hart 2009).

İran biyolojik silah programı

2001’de Amerika Birleşik Devletleri dışışleri’nin hazırladığı raporda: İran Devleti’nin biyolojik ajan geliştirme programlarını yürüttüğü; İran’ın biyolojik ajan geliştirmelerini saklı tutabilmek için, memleketin yaygın eczacılık ve biyoteknoloji endüstrisinin ardında uygulandığı, İran ordusunun biyolojik ajan tesiri temsilen gazları meydana getirmek, soruşturmak ve elde etmek adına bilim araştırma ve eğitim kuruluşlarını değerlendirmiştir (Ağır ve Bilgenoğlu 2021).

İran’ın BWC’nin itimat ettiği olumlu tedbirlere yönelik bilgi verilmediği, BM (Birleşmiş Milletler) var olan kanıtlara istinaden İran’ın BWC’yi bozan biyolojik ajanlarının olduğuna kanaat getirdiği.“İran, türlü taşıyıcı füzeler dahil, sistemlerde kullanılmak üzere biyolojik harp uçları elde edebilecek güce sahiptir.” sözleri yer almaktadır (Celep 2020).

2005 yılında hazırlanan raporda da aynı ifadelere yer verilmiş, BWC aracılığıyla yapılmaması gereken fiilleri sürdürdüğüne ilişkin kesin bir delil olmamasına rağmen İran’ın sözleşmenin yapılmaması gereken fiilleri yürüttüğünü ortaya koymuştur (Friedman 2022).

Irak biyolojik silah programı

Irak 1970’te biyolojik savaş ajanlarına ilgi duymaya başlamış, biyolojik savaş ajanlarını elde etme kararlılığını 1974’te duyuran Irak, İbnül Heysem Enstitüsü ismiyle 1975’te bu amaca hizmet edecek olan Araştırma Enstitüsü kurmuş, 1978 yılına dek çokta bir faaliyet gösteremeyen enstitü kapanmıştır (Kılıç 2006).

1985’te Irak’ın biyolojik savaş ajanlarıyla tekrar uğraşmaya başlaması Müsenna isimli imal kuruluşları ve araştırma merkezlerinin kurulması sonucunda gerçekleşmiş olup; İlk etapta bakteri kültürlerinin yurt dışından tedarik edilmesine ve araştırma odaklı programlarının kısa sürede *ricin*, *şarbon* ve *botulinium toksini* tarzı bir takım yok edici, biyolojik savaş ajanları ile kimi kuvvetten düşürücüleri meydana getirmişlerdir (Yüksel ve Erdem 2016).

1990’da bitkilere ve insanlara zarar verebilecek biyolojik savaş ajanlarını elinde bulundurduğunu ifade eden Irak’ın, biyolojik savaş ajan merkezi El-Hakembu mevzudaki

silahsızlaştırma ve araştırma hareketlerinin üssü konumundaydı. 1991 yılında bu projeler hala silah durumuna getirilememiştir (Zilinskas 1997).

Irak 1998’de ilk kez biyolojik savaş ajanlarını bombalara konumlandırmış şekilde denemiş, denemeler esnasında mevcut olan toksinler hem füzelere başlık şeklinde konumlandırılmış hemde uçaktan atılan bombalara yerleştirilerek başarı elde etmişlerdir (Daban ve Daban 2018).

Irak, Kuveyt’i işgal edince süratle biyolojik savaş ajanı üretimine başlamış, biyolojik savaş ajanı birimleri kifayetsiz kalınca; ilaç meydana getiren atölye ve fabrikaların çoğu biyolojik savaş ajanı meydana getirmeye hazır hale getirilmiş, üç ay gibi kısa bir sürede altıbin litre yoğunlaştırılmış biyolojik toksin meydana getirmeyi başararak; Harp esnasında kullanmak amacıyla 25 El-Hüseyin balistik füze başlığı ve 100 R400 bombası biyolojik toksinlerle doldurmuş, harp süresince kullanıma hazır hale getirilmiştir (Ateş ve Erhan 2020).

Suriye biyolojik savaş programı

Ortadoğuda; Suriye’nin biyolojik savaş ajanlarını geliştirdiğine, miktar ve kalite açısından da en geniş kimyasal savaş ajanı bulundurduğuna inanılan ülke konumundadır. Suriye bulunduğu ortamda kargaşa durumunda, bölgede bulunan diğer ülkeler (bilhassa Türkiye ve İsrail) tarafından oldukça önemli bir mevzu olan mevcut silah stoklarının, güvenliğini oluşturmaları ve terör örgütlerinin eline geçmesini önlemelidir.

NPT yanlısı bir ülke olan Suriye nükleer silah bulundurmama ve üretimini yapmama konusunda taahhüde girmiş olsada, İsrail’in caydırıcı bir öge olan biyolojik ve kimyasal savaş ajanları mevzusunda benzer bir kısıtlamaya bağımlı kalmayıp, nükleer kuvvetini dengede tutmak istemesi yönünde davranış sergileyerek 1993’de Kimyasal Silahlar Konvansyonu ve 1972’de Biyolojik Silahlar Konvansyonunun yanlısı olmamıştır (Kıbaroğlu 2013).

Diğer biyolojik silah saldırıları ve girişimler

Devletlerin oluşturduğu biyolojik ajan projelerinin yanında terör gruplarının ya da kişilerin de biyolojik ajanları iyileştirme hareketleri ve kimi etkenleri kullanması söz konusu olup, 1960’lı yıllarda Japonya’da bulunan hastanelerde bir mikrobiyolog aracılığıyla gerçekleştirilen gıda kaynaklı dizanteri ve tifo salgınlarının tespiti bu konudaki örneklerden biridir (Çelen 2013).

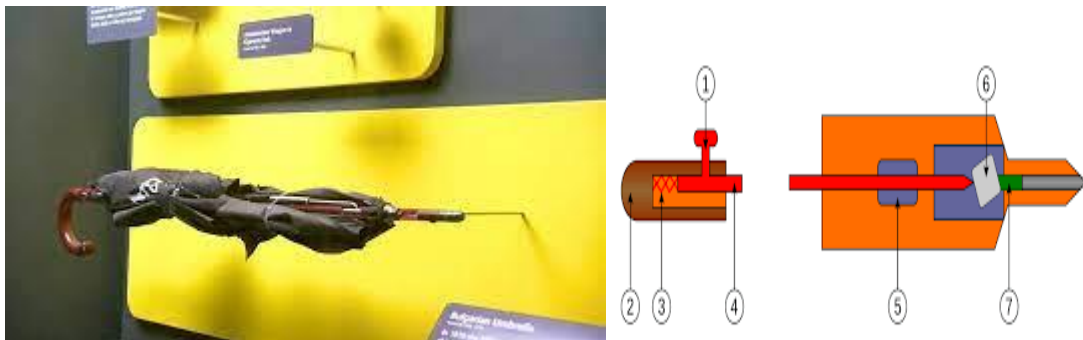
1978 senesinde BBS’de görev yapmakta olan Bulgar yazar Georgi Markov, Bulgar gizli servisi aracılığıyla düzenlenen bir suikast ile “şemsiyenin uç kısmına yerleştirmiş risin toksininin bacağına enjekte edilmesinin ardından” hayatına son verilmiştir. Aynı şekilde

Paris’te başka bir Bulgar muhalife de diğer suikaste benzer bir öldürme girişiminde bulunulmuştur (K ılıç 2006).

1984 senesi eylül ayında ABD Dallas Oregon’da Rajneesh tarikatı taraflarınca bölgedeki 10 restoranın salata barlarına *S.typhimurium* karıştırılmış ve bunun neticesinde yüzlerce insan zehirlenmiştir (Arslan ve Barış 2022).

1915 senesinde Japonya’da “yüce gerçek” (Aum Shinirikyo) tarikatı Tokyo metro istasyonunda sarin gazı ile suikaste bulunmuş aynı biçimde Tokyo’nun türlü kesimlerinde en az 8 kere şarbon ve botulizm toksiniyle suikast düzenlemiş, fakat bu suikastlerde herhangi bir hastalık gerçekleşmemesinin nedeni ise bilinmemektedir (Atlas 1998). Yüce Gerçek tarikatının elinde bulundurduğu ajanları püskürtmek için ufak uçakların bulunduğu ve bir takım grup mensuplarını 1992’deki salgın esnasında Zaire’ye göndererek Ebola vürüsünü getirmeye yönelik çalışmalar yaptığı bilinmektedir (Bray 2003).

ABD’de onbir Eylül vakasında Dünya Ticaret Merkezi ve Pentagona düzenlenen terörist suikastlerinden 1 hafta sonra bir medya kuruluşu yöneticisine şarbon tozu eklenmiş bir mektup yollanmıştır (Dökmeci ve Çavlan 2020). Ekim ve Kasım ayları içerisinde Dış işleri Bakanlığı, Anayasa Mahkemesi, Senato üyeleri ve diğer başka kurum ve kuruluşlara da bu suikastlere benzer girişimlerde bulunulmuş, ABD’ de onbir deri ve onbir akciğer şarbonu hastası olmuş, akciğer şarbon hastalarından 5 kişi hayatını kaybetmiştir. Mektupların postaya takdim edildiği kurumdaki çalışanların bazıları ve postanın açıldığı bölgelerde çalışan yirmisekiz insanda serolojik olarak *B. anthracis*’e karşı antikor geliştiği öğrenilmiştir. Merkezi havalandırma sistemi nedeniyle posta merkezi çalışanlarıyla mektupların açıldığı bölgede yer alan yüzlerce insana aşı vurulmuş, otuzikibin insana ise kemo profilaksi uygulanmıştır (Atlas 1998).



Şekil 4. Georgi Markov’a düzenlenen suikast şemsiyesi (Yalçınkaya 2018; Wikipedia).

Biyolojik Silahların Sınıflandırılması ve Biyolojik Ajan Türleri

(NATO), (DSÖ), Biyolojik Silahlar Konvansiyonu ve (BM) gibi yapılara nazaran 43 biyolojik ajan (2 mantar, 15 bakteri, 2 parazit, 24 virüs) biyolojik silah şeklinde kullanılabilme ve geliştirilme potansiyeli mevcuttur (Arslan ve Barış 2022).

Silah şeklinde değerlendirilen biyolojik ajanlar genellikle iki grupta tetkik edilmektedir.

Canlı mikroorganizmalar veya sporları

- Rickettsia
- Protozoa
- Bakteriler
- Genetiği değiştirilmiş yeni mikroorganizmalar
- Virüsler (Coşar 2012).

Mantarlar, bitkiler veya bakteriler gibi canlı organizmalardan meydana getirilen proteinler toksinleri oluşturur. Toksinlerin bazılarında, savaş ajanı olarak kullanılabilme potansiyeline sahip fiziksel özellikleri ve hareket mekanizmaları mevcut olup; İnsanların ürettiği kimyasal silahlara benzer özellikleri ve biyoterörizmde kullanılabilecek patojenlerden birtakım farklılıkları olduğu halde, çağımızda potansiyel biyolojik silahlar sınıfına bazı toksinlerde yer almaktadır (Kılıç 2006).

Toksik maddelerin, kimyasal maddelere bazı benzerlikler göstermesine rağmen CDC tabi toksinleri biyolojik silahlar şeklinde gruplandırmış; genel itibariyle tabi toksinler kimyasal ajanlara göre çevresel kontaminasyon riski daha düşük, toksisitesi daha yüksek ve gecikme süresi daha uzundur (Berger at al. 2016).

Biyolojik ajan türleri

Biyolojik silah olarak kullanılan mikroorganizmalar, gözle farkedilmeyecek kadar ufak ve tek hücreli canlı varlıklar olup; çoğalmak ve canlı durabilmek maksadıyla uygun pH, uygun hava şartları, uygun sıcaklık derecesi ve suya gereksinim duyan bu canlılar; orantılı şartlar meydana geldiğinde yirmi dakika aralıklarla ikiye bölünerek süratle çoğalırlar. Su niceliği etkili besinlerde bakteri çoğalması seridir (Coşar 2012).

Biyolojik ajan; mantar, bakteri, virüs, diğer mikroorganizmaları ve bunlarla bağlantılı toksinleri içermekte olup; deriden absorpsiyonla, sindirim, gözlerden, solunum yolu, yaralardan ya da mukoz membran aracılığıyla vücut içerisine girip; insan sağlığını hafif alerjik veya ölümle sonuçlanan hastalıklara sebebiyet verebilirler (Coşar 2012).

Belirli hastalıklar ve gıda zehirlenmesine sebebiyet veren elzem mikroorganizma türlerini açıklamaya çalışalım

Bakteriler

Tek hücreli mikroorganizmalar olan bakteriler; yeryüzünde meydana gelen yaşam formlarının ilkleri arasındadır. Okyanus, toprak, deniz, asitli sıcak su kaynakları, hava, yer kabuğunun derinlikleri, radyoaktif atıklar gibi pek çok ortamlarda bulunabilen, bir kısmı yarar sağlarken bir kısmıda (*B. anthracis*, *F. tularensis*, *Y. pestis*, *C. botulinum* ve *C. perfringens*) gibi hastalık yapıcı zararlı bakterilerdir (Dökmeci ve Çavlan 2020).

***Bacillus anthracis* (şarbon)**

İnsanlık tarihinde varlığı çok eskiye dayanmakta olan şarbon; M. Ö. 1190- 1491 yıllarında Avrupada, M. Ö. 3000 yılında da Çin tarafından şarbonun varlığı tespit edilmiş, kutanöz formunda deri lezyonlarının renginin kömür rengine olmasından dolayı, ismini Yunanaca da kömür olarak bilinen “anthrakis” kelimesinden almış olup, şarbonla alakalı yapılan araştırmalar 19. Yüzyılda ivme almış, 1876 yılında Robert Koch aracılığıyla *Bacillus anthracis*’in şarbona sebebiyet verdiği kanıtlanmıştır (Şahin veDemir 2020).

B. anthracis daha çok vahşi ve evcil hayvanlara bilhassa otla beslenenlere (koyunlar, katırlar, inekler, atlar vb.) bulaşabilen şarbon hastalığına neden olduğu bilindiği gibi, tarihte yün ayırıcı hastalığı olarakta isimlendirilmiş, insanlara genelde hastalıklı hayvanların çeşitli parçalarına temas etmesi sonucunda bulaşır (Özcan 2019).

B. anthracis spor meydana getirme yeteneğine sahip olduğu için; nem, dezenfektan ve ısıya karşı dirençli olup; anthrax sporları çok uzun zaman dış ortamda canlılığını sürdürebilmekte, sporların dayanıklı olması şarbon basiliyi biyolojik savaş ajanı olarak kullanılabilme potansiyeli yüksektir (Coşar 2012). Hedeflenen kitlenin sporları solumasıyla vücuda alınması gerçekleştirilen sporların bazıları alveola makrofajlarda yok edilir, parçalanamayan bazı sporlar mediasten lenf ganglionlarına yerleşerek: ortalama 1 hafta içerisinde sporlar açılır. Bu süreç altmış güne kadar uzayabilen, açılan sporlar toksin üreten ve çoğalan bakteri çeşidi haline gelir; akciğer şarbon hastalığı olarak gelişme gösterir. Nekroz, hemoraji ve ödem ile devam eden bir hastalık seyri gösterir. Siyanoz, şok, solunum güçlüğü, yüksek ateş, hipotansyon, çoğunlukla menenjit gibi hastalıklar otuzaltı saat içerisinde ölüme sebebiyet verebilir (Çelen 2013).

1979-1980’li yıllarda Zimbabwe’de oluşan salgının dünyada gerçekleşen en büyük şarbon salgını olduğu biliniyor. O zamanlar iç savaş yaşayan Zimbabwe’de savaştan önce şarbon endemik olduğundan vaka sayısı çok azdı. Savaş olmasından dolayı yaşanan besin

eksikliği insanların şarbonlu etleri tüketmek zorunda kalması sonucunda, şarbon 182 kişinin ölümüne ve 942'den fazla kişide deri şarbon olayının yaşanmasına sebebiyet vermiştir (Özcan 2019).

B. anthracis sporları dezenfektan ve ısıya karşı dirençli olurken; yüksek konsantrasyonlarda glutaraldehid, perasetik asit, formaldehid ve hidrojen peroksit kullanımı sporlarla mücadele etmek için etkili sonuç verir (Şahin ve Demir 2020).

Dayanıklı ve hareket etmeyen spor formlarının olması *B. anthracis*'i kullanılabilir bir biyolojik savaş ajanı olarak nitelendirir. Solunum yoluyla bir kez alındığında, sporlar alveolar makrofajlar aracılığıyla akciğerleri saran lenf düğümlerine getirilir ve bu lenf düğümlerinde filizlenirler. Çok sayıda bakteri ve toksin kana karışmasına sebebiyet verir ve tedavi edilmeyen hastaların yüzde doksan dokuzunun ölümüne neden olur. Genetik ve tabii şekilde projeksiyonu sağlanmış antibiyotik direnci olan basiller, sporlarının silah şeklinde kullanılabilmesi riskini çoğaltır ve kasten salıverildikten sonra spor belirleme metodlarına ve gelişmiş tedavilere gereksinimin artmasına neden olur (Özcan 2019).

2001 yılında ABD'ye gönderilen posta mektuplarına *B. anthracis* şarbon sporlarının bulaştırılması; antraks şarbon sporlarının biyolojik silah olarak kullanılabileceği görüşünü gündeme getirmiştir (Pohanka & Skladal 2009).



Şekil 5. Sivas'ta şarbon tehlikesi; köylülerin vücudunda yaralar çıktı, 1'i çocuk 3 kişi hastanelik oldu (31 Ağustos 2018).

***Francisella tularensis* (Tularemi)**

Toplumda tularemi olarak isimlendirilen *F. tularensis*; fakültatif hücre içi bakteriyel bir patojen olup insanları enfekte edebilen, patojenitesi oldukça yüksek ve aerosol yolla alındığında bazı suşlar ölüme neden olabilecek enfeksiyona sahiptir (Demir 2009). Geçmiş

tarihlerde biyolojik savaş ajanı şeklinde geliştirilmiş ve şimdilerde güçlü biyolojik silah olarak kullanılabileceği endişeye neden olmaktadır (Conlan 2004).

Ken Alibeck Eski Sovyetler Birliği'nde biyolojik savaş ajanlarıyla uğraşan bilim insanlarından biri olarak tanınmaktadır. Söylediğine göre ikinci dünya harbi esnasında bilerek kullanılan *F. Tularemi* Alman ve Sovyet askerlerinin salgından etkilenmesine sebep olmuştur. Dünya Sağlık Örgütü yetkilileri 1969 yılında, tehlike arz eden biyolojik silahların içinde bulunduğu A kategorinde yer edinen havada asılı duran *F. tularensis*'in 50 kligramı 5.000.000 nüfusu olan bir semtte 250.000 şahsın hasta olmasına ve 19.000 şahsında ölümüne neden olabileceği düşünülmüştür (Gürcan 2007).

F. tularensis'in sebep olduğu *tularensis* hayvansal bir hastalık olup, ülkemizde son zamanlarda meydana gelen sporatik bulgular ve salgınla tulareminin tekrar önemsenmesine neden olmuştur (Coşar 2012). Tularemi; insanlara sıklıkla hastalıklı hayvanların vücut sıvılarının deri ve mukozal yerlerine veya dokularına direk temas etmekle, besinlerin vücuda alınmasıyla, kontamine su (kene, böcekler, sinek ve bit)artropodların ısırması sonucunda bulaşabilmektedir. İnsandan insana bulaşmasıyla ilgili herhangi bir durum gözlenmemiştir (Mızrakçı ve Demiray 2022).

Bu bakteri doğal şekilde genellikle su ve tarla faresi, yabani tavşan, kuduz, sincap ve rakun benzeri kemirici hayvanlarda bulunur. *F. tularensis*'in dış çevre şartlarına fazlasıyla dayanıklı oluşu, bilhassa su içerisinde serbest bir şekilde varlığını sürdüren *Acanthamoeba castellani* (amipler) içerisinde varlığını devam ettirebilmesi, su nedeniyle yaşanan epidemilerde ve enfksyonun bölgesel olarak devam etmesi durumunda önem arz ettiği düşünülmektedir. Aylarca toprak, su, hayvan ölüsü ve atık malzemelerinde, 6 ay saman içerisinde ve uzun yıllar dondurulmuş tavşan eti içersinde canlılığını devam ettirebilmektedir (Karataş 2013).

F. tularensi'nin nasıl tedavi edileceği üzerine yazılan bir derlemede türlü antibiyotiklerin relaps ve iyileşme oranlarına bakılarak *F. tularensis*'nin bütün çeşitlerinin tedavi edilmesinde önce tercih edilen streptomisin olup, İkinci bir tercih olarakta tetrasiklin veya gentamisin ilaçlar olarak kabul görmüş, bu hastalığa yönelik tedavilerle ilgili veriler gözlemlere, kısa raporlara ve olgu sunumlarına bağlı yapılan çalışmalardır (Kılıç ve Yeşilyurt 2011).



Şekil 6. *Tularemia* hastalığı (Belediye Veteriner Hekimler Derneği 2018).

***Yersinia pestis* (Veba)**

Yersinia pestis: gram boyama sonucunda saç tokası şeklinde bir morfolojik özellik gösteren, sporsuz, aerobik Gram negatif, kokobasil veya basil olan, güneş ışınlarına maruz kaldığında çabuk yok olabilen, hareket edemeyen, oda sıcaklığında canlılığını uzun süre koruyabilen, dondurulduğu takdirde yirmi beş yıl kadar canlılığını devam ettirebilen bir mikroorganizmadır (Şahin veDemir 2020).

Y. pestis'in sebebiyet verdiği veba bakteriyel bir hastalık olup, insan toplumları ve doktorlar aracılığıyla hastalıkları sınıflandırma bilimi (nozolojik) tarafından benzersiz bir hastalık olarak kabul gören hastalık; ölüme sebebiyet veren bubolar şeklinde tarif edilir, lenf düğümlerinin şişmesiyle meydana gelen hastalığın benzeri yoktur (Sarıbaş 2019).

Enfeksiyon sıklıkla fareler ve kemirici hayvanlarda epidemiler olarak meydana gelerek, Fare pireleri olarakta bilinen (*Xenopsylla keops*) ile insanlara bulaşır ve insanı ısıran pire çok kan emmek için kusar bu sırada hastalığı enfekte eder (Journal of Infectious Diseases & Travel Medicine 2020). Bu hastalık subtropikal iklimlerde, temizlik standartlarının kötü olduğu ülkelerde, sıcak yaz aylarında, geri kalmış ülkelerde sıklıkla görülmekte olup: vebanın insandan insana enfeksiyonu akciğer vebası denilen damlacık enfeksiyonu şeklinde gerçekleşerek; ırk, cins ve yaş farkı olmadan her kesimde görülebilir (Arık 1991).

Avrupa'da bulunan tarihi araştırma ve inceleme belgelerine göre, veba pandemileri 3 şekilde tanımlanmış, ilk veba hastalığı Justinian Vebası olarak bilinen, Millattan sonra 541 yılından 750- 767 yılına kadarki süreçte Akdeniz havzasını kırıp geçirmiş, İngiltere ve Almanya'ya sıçrayarak Kuzey Avrupayı etkisi altına almıştır (Sarıbaş 2019).

1346/1353 dönemleri arasında kara ölüm döneminde içerisine alan 1346 yılından 18. Yüzyıla kadar etkisini sürdüren ikinci salgında: Kara ölüm adıyla Avrupada, taun adıyla da islam dünyasında ve Osmanlı toplumunda bilinen veba çok sayıda insanın ölümüne neden

olmuş, Avrupa nüfusunun 1/3 ünü 14. YY da tarihten silmiş olması, bu hastalıktan ötürü vefat eden çoğu insanın gömülememiş ve denize atılarak yeryüzünden silinmiş olmaları salgının ne kadar ciddi sonuçlar doğurduğunu göstermiş olup, vebadan kurtulanlarda ise psikolojik travmalar meydana gelmiş ve korku içinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir (Yıldız 2014).

Bu salgın Avrupa kıtasında orta çağdan 18. YY kadar sürmüş 18. YY dan sonra etkisini yitirmiş, Osmanlı devletinde ise 15.YY da başlamış ve 19.YY ortalarına kadar etkisini sürdürmüş; ekonomik açıdan da büyük kayıplara ve isyanlara sebep olmuştur (Macar ve Asal 2020).

Yapılan araştırmalara göre hıyarcıklı ve akciğer vebası şeklinde iki çeşit veba vardır.

Hıyarcıklı Veba: Fare gibi yabani kemirgenlerin insanları ısırmasıyla meydana gelen bu veba çeşidinin belirtileri gözle görülebilir şekilde olup, bu hastalığa yakalanan kişide ilk olarak siyaha yakın renkte bir leke oluşur sonrasında kasıklarda, koltuk altlarında ve boyunda yumurta şeklinde şişlikler meydana gelir (Spyrou et al. 2018). . Veba enfeksiyonu olan kişilerin ölümden önce tükürüğü, idrarı ve teri kötü koku yapar. Bu veba türüne yakalanan insanların yarısından çoğu ölümle sonuçlandığı bilinen rutubetli aylarda sıklıkla görülen bu hastalık; az temizlenmiş halı, giysi ve evlerde, nadasa bırakılmış tarlalar, çöplükler ve depolarda yayılım gösterir (Barbieri et al. 2020).

Akciğer Vebası: soğuk hava sebebiyle mikrobun akciğerlere yerleşmesiyle meydana gelir ve burundan kan gelmesine neden olabilen, hastalıklı kişi enfeksiyonu tükürük veya öksürük ile hastalığın diğer insanlara bulaşmasına neden olur (Sarıbaş 2019).



Şekil 7. Veba hastalığı (Medical Park 2022).

***Clostridium botulinum* (Botulizm)**

Clostridium botulinum bakterisi: çevrede yaygın bir şekilde yer alan ısıya dayanıklı spor üretebilen, çubuk benzeri, Gram pozitif ve anaerobik bakteriyel bir türdür (Şahin ve Demir 2009). *Clostridium* tarafından üretilen yüksek moleküler ağırlıklı proteinin bir nörotoksini olan botulinum toksini, yiyeceklerden kaynaklanan ve zehirlenmeye sebep olan etken bir madde özelliğine sahip olup, toprakta hayvanların bağırsaklarında ve suda bulunur (Eivazzadeh-Keihan et al. 2018).

Asetilkolin salınımını gerçekleştiren postganglionik sempatik sinir uçları, nöromüsküler kavşak, postganglionik parasempatik sinir uçları ve otonomikganglionlar olmak üzere vücudun 4 ayrı yerinde *C. botulinum* toksini etkisini göstermektedir (Nigam & Nigam 2010).

Bütün serotipler; nöromüskülerin dönüm noktasında ana nörotransmitter görevi gören asetilkolinin salınmasını engelleyerek, nöral iletimini kesip kas felcinin yaşanmasına sebebiyet verir. Hemifasiyal spazm ve türlü spastik bozuklukları, hipersalivasyon, bilhassa şaşılık ve fokaldistoniler, baş ağrıları ve hiperhidroz gibi tıbbi olayların tedavinin sadece bir kısmını cevaplayan belli başlı kronik olayların idaresinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Eivazzadeh-Keihan et al. 2018). *C. botulinum*'un sebep olduğu botulizm rahatsızlığı başta bebeklerin "bal tüketmesi sonucunda" olmakla beraber diğer bireyleride etkileyerek; kusma, felç, karın krampları, bulantı, konuşmakta yahut yutmakta zorlanma, göz kapaklarında sarkma, az ağlama, yorgunluk, zorlanma ve sinirlilik benzeri türlü sorunlara sebebiyet verebilmektedir (Reis vd 2019).

Nörotoksin motor sinir uç kısımlarında asetilkolin salınımını bloke ederek hayvanlarda ve insanlarda sarkık felce sebep olabilmektedir. *C. botulinum*'un hastalık oluşturabilme yeteneği ve ölüm oranına bakıldığında, nörotoksin üretiminin ve bakteriyel gelişmenin kontrol edilebilmesi besinlerin güvenliği bakımında oldukça önem arz etmekte: Biyolojik denetim ajanları olarak bilinen bakteriyosinler ve prebiyotikleri bu hastalık yapıcı bakterilerin detoksifikasyonunda ve riskinin azaltılmasında önemli bir yere sahiptir (Bhardwaj and Somvanshi 2017).



Şekil 8. Botulizm (Sepulveda et al. 2010).

***Clostridium perfringens* (Gazlı kangren)**

Gram pozitif, anaerobik, spor meydana getirebilen, çubuk şeklinde bir basil olan *C. perfringens*: 1891 senesinde William H. Welch aracılığıyla ilk defa yaşı 38 olan bir erkeğin otopsisinden elde edilmiş; tanınmayan bir bakteri olarak belirlenmiş olup, bulaştığı kan damarlarında gaz kabarcıkları meydana getirdiği görülmüştür (Yao and Annamaraju 2021).

C. perfringens; diğer anaerobik bakterilerin büyük bir kısmıyla karşılaştırıldığında oksijenle öldürmeye diğerlerine göre daha çok direnç gösteren bu bakteri, çok hızlı bir 2'ye katlanma zamanına sahip olduğundan alıştırıklarımızdan farklı bir anaerobik bakteridir (Gohari et al. 2021). Kısa bir zamanda üretilabiliyor olması, *C. perfringens*'in yaralarda, bağırsakta ve gıdalarda hastalık yapıcı yüklere hızlı bir şekilde varmasına müsaade ederek virülansa yardımcı olmaktadır (Wisniewski and Rood 2017).

C. perfringens; bazı durumlarda patojenik özellik gösterdiği insanlarda dahil olmakla beraber hayvanların gastrointestinalinde yer alan mikrobiyota içerisinde, kanalizasyon, toprakta, dışkı, çürüyen bitki örtüsü ve besinler gibi birçok ortamlarda varlığını yaygın bir şekilde sürdürebilmektedir (Yadav et al. 2022).

C. perfringens hem hayvan hemde insanlarda; histotoksik enfeksiyonlar, enterotoksemi ve enteritin önemli bir sebebi olan üretken bir toksin üreticisidir (Gohari et al. 2022). İnsanlar içerisinde gazlı kangren ve gastrointetinal patojeniteye (örnek olarak gıda zehirlenmesi ve

nekrotik enterit) sebebiyet veriyorken, hayvanlar içerisinde gastrointestinal ve enterotoksemik patojeniteler sıklıkla görülebilir (Kiu and Hall 2018).

C. perfringens; hasta olmayan hücreleri ele geçirmez, fakat semptomlar ve lezyonlarla ilişkisi bulunan ve bunlardan sorumlu olan türlü türlü enzimler ve toksinler üretir (Rood et al. 2018). Meydana gelen toksinler *C. perfringens*'e bağlı olup dahil olan bütün toksin ve suşlar belli başlı sendromları indükleyebileceğinden, *C. perfringens* patovaryalarının doğru tespiti, aşılama ve epidemiyolojik projeler dahil olmak üzere, bunları önlemek adına etkili tedbirlerin oluşturulması için oldukça önem arz etmektedir (Petit et al. 1999).

C. perfringens'in neden olduğu besin zehirlenmeleri; çoğunlukla besinlerin çok fazla tüketildiği kurumlarda salgınlar şeklinde baş gösterebilmekte; bu zehirlenmelerin önlenmesi için, pişmiş besinlerde vejetatif hücrelerin çoğalmasının kısıtlanması ve profilaktik önlemlere odaklanarak; *C. Perfringens* çoğalmasını kontrol altında tutmak ve salgınların önlenmesi için uygun sıcaklıkta ve doğru zamanda pişirmek ve pişirme sonrasında hızlı soğutma işlemleri uygulanabilir (Garcia et al. 2019).



Şekil 9. Gazlı kangren Dr. Erhan Yavuz (23 Eylül 2021).

Rickettsia(Riketsiyoz)

Eski çağlardan bugüne dek; bilindik en eski vektör nedeniyle hastalık faktörü meydana getiren Rickettsia çeşitlerinin, tarihsel süre içerisinde insanların yaşanan harplerden çok daha fazla zarar görmesine ve yok olmasına sebep olmuş olup, birinci riketsiyoz hadisesi bilindiği kadarıyla Edward E. Maxey aracılığıyla 1899 senesinde dağlar ateşi (RMSF) rahatsızlığı olarak tanımlanmıştır (Parola et al. 2005).

HowardT. Ricketts tarafından 1906 yılında keneler aracılığıyla insanlara aktarılan ve hastalık meydana getiren bakterinin adı Rickettsia rickettsi ismiyle literature girmiş; Akdeniz Benekli Ateşi(MSF), 1910'da ilk kez Tunus'ta ifade edilen başka bir riketsiyoz sebebi olup,

hastalık faktörünün *Rickettsia conorii* olara kbelirlenebilmesi 1930 yılını bulmuştur(Parola et al. 2005).

1984 ile 2005 seneleri arasında geçen zamanda dünya genelinde enfeksiyona sebep olmuş 11 farklı rickettsiya cinsine ait tür tanımlanmıştır (Parola et al. 2005). *Rickettsia* türleri ile alakalı yapılan en kapsamlı çalışma 1997’de belli başlı benekli ateş grubundaki *Rickettsia* bakterilerinin, kenelerden izole edilerek elde edilen öngörülere göre patojenitelerinin yüksek olabileceği düşünülüyorken, günümüzde bunun sadece bir ögörüden ibaret olmadığı patojenitelerinin yüksek olduğu kesinleşmiştir (Kul Köprülü 2012).

Rickettsia türlerinin; biyoterörizm aracı olarak kullanılma ve geliştirilme gücünün var olduğuna inanılan mikroorganizmalar içerisine yerleştiği (NATO), BM, Biyolojik Silahlar Konvansyonu, (WHO), gibi kuruluşlarca tutanak altına alınmıştır (Kortepeter et al. 1999).

Klamidyalar

Chlamidia cinsine ait, Gram negatif bakteri üyelerinin sebep olduğu solunum yolu, oküler ve genital enfeksiyonları fazlasıyla kalıcı bir küresel yük meydana getirmekte ve mühim bir halk sağlığı sorunu haline gelmekte olup; İnterstisyel pnömoni, konjanktivit, gonokokal olmayan üretrit, kör edici trahom, servist, ektopik gebelik, inflamatuvar hastalık, tubal faktör infertilitesi gibi başlıca hastalıklara sebebiyet vermesi: hastalıkları önleme ve tarama projelerinde meydana gelen başarısızlıklar, klamidyal hastalıklarından insanları muhafaza etmek için güçlü bir profilaktik aşının iyi bir yaklaşım olabileceği şeklindeki düşünceler hali hazırdaki tıbbi görüşlere neden olmuştur (Sahu et al. 2018).

Genel popülasyonda en çok görülen, *Chlamidya trachomatis*’in meydana getirdiği genital enfeksiyonlar cinsel ilişki yoluyla meydana gelen bir hastalık olup; erkekler kadınlara oranla daha az enfeksiyon olurken, ciddi sonuçlara sebep olabilecek genital klamidyal hastalıklara; tübalinfertilite, kronik pelvik ağrı sendromu ve dış gebelik örnek verilebilir (Mohan and Borthakur 2015).

Hindiler, ördekler, güvercinler ve tavuklar gibi evcil kuşlar üzerinde *C. psittaci*’nin prevalansı hakkında Mısır’da sınırlı sayıda çalışmalar yapıldığı bilinmekle beraber, var olan durumun ciddiyeti; yaşa, cinsiyete, enfeksiyon yoluna, fizyolojik duruma, çevreye, yönetim faktörlerine, *Chlamydia* türlerine, maruz kalma derecesine göre farklılık gösterebilmekte; bu hayvansal enfeksiyon kümesi hayvanı çalışanlarını enfekte etmesi durumunda halk sağlığını tehdit edebilecek sonuçlar doğurabilmektedir (El jake et al. 2020).

Virüsler

Canlı hücrelerde çoğalabilen submikroskopik enfeksiyon ajanlar olup; Bakteriler, hayvanlar, arkea ve bitkiler başta olmakla beraber bütün organizmaları hasta edebilecek potansiyele sahip, hücre içi mikroorganizmalar olup: hücre yapısı bulunmadığından biyolojik ajan şeklinde isimlendirilebilen virüslerin çoğu, konakçının vücudunda yıllarca kalabilir ve kronik enfeksiyonlara neden olup çoğalmaya devam edebilirler. HIV, Hepatit Bvirüsü ve Herpeszoster virüsleri bunlardan bazılarıdır (Şahin ve Demir 2020).

Virüsler sahip oldukları genoma göre RNA veya DNA virüsü şeklinde tanımlanmış olup; insanlarda SARS, kuduz, grip, uçuk, Ebola, kuş gribi, suçiçeği, AIDS(HIV) benzeri pek çok ciddi hastalığa sebebiyet vermektedirler (Şeker vd 2020).

İnsanlarda hastalığa yol açtığı bilinen 219 virüs çeşidi bulunmakta: geçtiğimiz yüzyıl içerisinde büyük ölçekli bulaşıcı hastalıkların çoğunun (İspanyol gribi, sarıhumma, AIDS, COVID19) viralenfeksiyon kaynaklı olduğu bilinmektedir (Rajesh 2018).

Ebola marburg (Filovirüs)

1967 ile 1976 yıllarında keşfedilmiş olan2 negatif zincire sahip, RNA virüsü olan Marburg ve Ebola virüslerinin ikisinde, *Mononega virales* sırasına göre *Filoviridae* ailesinin üyeleri olan genomları negatif anlam taşıyan zarflı RNA'ya sahip, segment oluşturmeyen virüslerden meydana gelmektedir (Reynolds & Marzi 2017). Marburg ve Ebola virüsü dünyada mevcut olan tehlikeli hastalık oluşturabilen mikroorganizmalar arasında olup; viral hemorajik ateşe sebebiyet vererek yüksek ölüm oranlarının görülmesine neden olur (Suschak & Schmaljohn 2019).

Hemorajik ateşe sebebiyet veren bu virüsler, yüzde doksana varan mortalitesi, klinikteki dramatik görüntüleri ve seyrinin belli olmamasından dolayı çok korkulan virüsler olduğu söylenmektedir (Selvaraj et al. 2018).

Tabiatta filovirüslerin korunmasında yarasaların oldukça önemli bir yer tuttuğu düşünülüyor olsa bile, bu yarasa türlerinin hangisinin filovirüs bulundurduğu, bütün türlerin bulundurup bulundurmadığı bilinmemektedir (Çapraz et al. 2018).

Tarihte yaşanan filovirüs salgınlarında, Orta Afrika'da yaklaşık 400 olay meydana gelmiş; izolasyon ve karantina aracılığıyla makul seviyede kontrol altına alınsa da, 2013 yılının Aralık ayında Batı Afrika ülkeleri Sierra Leone, Liberya ve Gine'de Zaire Ebolavirüs çeşitlerinin sebebiyet verdiği daha önce görülmeyen bir salgının ortaya çıkması durumu değişmesine neden olmuş; İki yıldan fazla süren salgın hız kesmeden devam etmiş ve sonunda

2016 yılının ocak ayında 11.301 vefat ve 28.616 olay ile sonuçlandığı bilinmektedir (Verma & Kumar Varma 2019).

2013 ile 2016 yılları arasında Batı Afrikada meydana gelen salgında WHO (Dünya Sağlık Örgütü) Liberya ve Gine baz alınarak 1 Ocak 2014 ve 8 Nisan 2015 yılları arasında geçen süre zarfında, vakaların yaklaşık 861'i onaylanmış, olabilecek vakalar ile HW ler üstünde büyük bir etkiye sahip olduğuna dair bir ara raporun yayınlanmasıyla, Sierra ve Leona'nın birleştirildiğı söylenmektedir (Selvaraj et al. 2018).

WHO son zamanlarda birkaç Ebola virüsü enfeksiyonu olayının sonucunda kanama olmadığı yayınlamış, Marburg ve Ebola virüs enfeksiyonlarında görülen bulaşma riskinin ve mortalitenin yüksek olması DSÖ'nün bu virüslerin önemli hastalıklar sıralamasına alınmasına neden olduğu bilinmektedir (Suschok and Schmaljohn 2019).

Covid 19 (Korona virüs)

Hayvanları ve insanları hasta edebilen, pozitif tek sarmala sahip, zarfı olan büyük RNA virüsleri olarak tanımlanan koronavirüsler; 1966 yılında Bynoe ve Tyrell aracılığıyla, soğuk algınlığı geçiren hastalardan virüsün alınıp ekilmesi sonucunda, koronavirüs tanımı yapılmıştır. Daha sonra güneş koronasına benzetilen, çekirdek kabuğu bulunduran ve yüzey çıkıntılara sahip küresel viron şeklinde tanımlanan morfolojilerine istinaden Latince'de taç anlamına gelen korona olarak adlandırılmıştır (Velevar and Meyer 2021).

Gama, alfa, delta beta koronavirüsleri şeklinde 4 alt aileye sahip olduğu bilinen koronavirüslerin; delta ve gama virüslerin kaynağı kuşlar ve domuzlar, beta ve alfa virüslerinin kaynağının ise bilhassa yarasalar olduğu düşünülmektedir (Ahmad et al. 2020).

COVID- 19, beta koronavirüslerinin soyuna ait olduğundan SARS-CoV ile yakından ilişkisi olduğu söylenmiş olup; 2020'nin ocak ayında Çin de yer alan Wuhan'nın Hubei eyaletinde, meydana gelen en son yaşanan zatüre salgını esnasında keşfedilmiş; yüksek akut solunum belirtileri gösteren SARS-CoV- 2 şeklinde tanımlanan ve insanda meydana gelen 7. Koronavirüs olduğu bilinmektedir (Ahmad et al. 2020; Kaya 2020).

MERS 2012 senesinde Arabistanda başlayıp 27 ülkeye sıçramış: yüksek ateş, ishal, öksürük, kusma ve myalji gibi semptomlarla birlikte; böbrek yetmezliği ve zatüre gibi önemli komplikasyonlar gerçekleşmiştir (Akkuş 2020).

2019 yılında meydana gelen COVID- 19 salgınının büyük bir hızla yayılım göstermesi ve yüksek mortaliteyle sonuçlanması büyük aksaklıklara sebebiyet verip pandemiye dönüşerek dünya genelinde bir acil vaka haline geldiğı bilinmektedir (Yang et al. 2020).

Dünya genelinde 200.000.000'a yakın tespit edilmiş vaka ve 4.000.000'a yakın ölümün varlığından bahsedilmektedir (Ndwandwe and Wiysonge 2021).

Populasyonun büyük bir kesimi aseptomatik taşıyıcı olarak nitelendirilmekte olup; sıkça görülen belirtileri; nefes darlığı, ateş ve öksürük iken hastalardan pnömoni olanlarda; göğüs röntgenlerinde çoğunlukla buzlu cam opaklığı ve beneklenme meydana gelmektedir (Velavan and Meyer 2020).

Bu virüsün temel hedefi akciğer olarak görülsede, ACE2 reseptörlerinin organlar üzerinde geniş bir dağılımı söz konusu iken; böbrek, kardiyovasküler, merkezi sinir sistemi, gastro intestinal, karaciğerde ve yakından gözlemlenmesi gereken oküler hasara sebebiyet verebilir. Akut respiretuardistres belirtileriyle hastaneye gelen hastaların hızlı bir şekilde kötüleşebildiği ve (sitokin fırtınası) adıyla anılan şeyin sebebiyet verdiği çoklu organ yetmezliğinden ölebildiği söylenmektedir (Velavan and Meyer 2020).

COVID- 19 enfeksiyonunun çocuklardaki durumu daha kesin bir şekilde belirtilmemiş sebeplerden ötürü yetişkinlere oranla çoğunlukla hafif ve taşıyıcı durumunda olup, Öte yandan çocuklarda vahim ve ölüme sebep olan olaylarda yayınlanmıştır. Yakın zamanda yapılan bir meta-analizinde, lökosit indeksinde meydana gelen değişikliklerde tutarsızlık olduğu belirtildiği gibi, klinik laboratuvar sonuçlarının çocuklarda yetişkinlere göre baya farklılıklar olduğu söylenmektedir (Odabaşı vd 2022).

COVID- 19 bulaşma şeklinin, solunum yolu virüslerinin diğerlerinde gözlemlendiği şekilde; enfektivite ve havanın solunması yoluyla meydana geldiği, hava yoluyla bulaşabildiği gibi havada asılı kalan damlacıklarla bulaşmasının temel yol olduğu söylenmektedir (Nikolai et al. 2020). COVID- 19 virüsüyle enfekte olmuş kişilerin yaşadığı yerlerde dokundukları eşyaların yüzeyinde (kapı kolu, cep telefonun yüzeyi vs.) virüsün varlığı söz konusu olabildiği için enfeksiyonun olduğu yüzeylere kişilerin temas etmesi durumunda ellerine bulaşan kişilerin virüsü burun, gözler ve ağız yoluyla alıp ve hastalığa yakalanmış olabileceği söylenmektedir (Odabaşı vd 2022).

COVID- 19 virüsünün sebep olduğu enfeksiyonun kuluçka zamanının bilinmesi, karantina zamanının planlanması, temaslı kişilerin takip edilebilmesi ve etkinliğinin değerlendirmeye alınması; giriş taramasının yapılabilmesi adına büyük öneme sahip olduğu söylenmektedir. Kuluçka süreleri ile alakalı farklı tahminler söz konusu olduğundan, sağlık çalışanları tarafından öngörülen 14 gün süren bir aktif izleme zamanı söz konusudur. Özel bir durum söz konusu olduğunda bu aktif izleme süresi daha uzun sürebilmektedir. Her onbin olaydan yüzbirinin 14 gün süren aktif gözleme yahut karantina sonrası tekrar belirti gösterebileceği tahminler arasındadır. Şüpheli durumdaki vakalar, PCR(Rrt-PCR) ters gerçek

zamanlı test kullanılıp benzeri olmayan ve spesifik viral dizilerin bulunmasıyla doğrulanabilir (Akbiyık ve Avşar 2020).

Covid- 19 enfeksiyonu 2 ay gibi kısa bir sürede hem MERS'i hem de SARS'ı geçmiş; bulaşma hızının yüksek olmasına rağmen bu hastalığın MERS veya SARS'tan daha düşük ölüm oranına sahip olduğu görülmektedir (Akkuş 2020).

Arena virüs (Lassa, Arjantin hemarajik virüsü)

İki parçalı tek iplikli RNA genomunu bulunduran, zarflı ve ambisense kodlama taktiği yeteneğine sahip olan virüslere arenavirüsler denilmektedir. S (küçük segmenti), NP'yi(nükleoprotein) ve zarf glikoproteini olan GP1-GP2 önünde yer alan GPC'yi kodlarken, L(büyük segmenti) nin RNA'ya bağlı olan RNA polimeraz L'yi ve matris protein olan Z'yikodaldığı bilinmektedir (Perez-Losada et al. 2015).

Arenaviridae ailesi içerisinde yer alan Lassa virüsü: 1969 senesinde Nijerya'nın kuzeydoğusunda Borno Eyaleti Lassa köyünde ilk kez tanımlanmış olup; bu hayvan kaynaklı virüs çoğu yerde ve çoğunlukla kommensal kemirgen konakçı *Mastomys natalensis*'te yer alan idrar ile atılması sonucunda kalıcı hastalık belirtileri gözlemlenmektedir (Verma and Varma 2019).

İnsanlara geçişi hastalıklı *Mastomys* sıçanlarının dışkısı yahut idrarı ile ev eşyalarına ve yiyeceklere bulaşması sonucunda meydana gelebilen, insandan insana enfeksiyonu ise; hastalıklı insanın dışkısı, kanı, diğer vücut salgısı yahut idrarı ile direk temas etmesi veya bulaşan ortamlarla dolaylı olarak temasının olması ile gerçekleşebildiği söylenmektedir (Faisal et al. 2017).

Lassa kanamalı ateşi şeklinde bilinen ve Batı Afrika'da endemik bir şekilde bulunan bu virüs; viralhemarajik ateşin kuvvetli formlarına sebebiyet veren bu bölgelerde endemik olarak yer alan virüsün mortalitesinin yüksek olması, aşılama ve tedavide seçeneklerin olmaması LASV'yi üstünde çalışmalar yapılması gerektiği önem arz eden hastalık yapıcı bir virüs durumuna getirdiği söylenmektedir (Faisal et al. 2017).

Kırım-Kongo kanamalı ateşi virüsü Bunyaviridae ailesinin Nairovirüs cinsinin bir üyesi olan; Afrika, Orta Doğu ve Asyada yer alan hayvan gruplarında enzootik olarak bilinen kenelerden kaynaklanan bir hastalık olup, kişilerin birbiriyle temas etmesi sonucunda veya kenelerin ısırmasıyla bulaşıcılık gösterir. Bu virüsün bulaştığı insanlardan yahut hayvanlardan elde edilen dokular veya kan hemorajik ateş ile son bulmaktadır (Elaldı 2004).

Variola major (Çiçek virüsü)

Hastalığa sebep olan Variola major virüsü tek doğal konakçısı insan olan, kişiden kişiye bulaşıcılığı yüksek bir virüs olup; lezyon veya aerosol yolla bulaşabilmektedir (Tercan 2020). İnkübasyon süresi bir ila iki hafta sürebilen, bulaştıktan sonraki ilk 4 gün içerisinde aşı yapılırsa mortalite ve morbidite azaltılabilen, kusma, baş ağrısı, halsizlik ve ateş gibi endikasyonları mevcut olan bir virüstür (Çelen 2013). Uzun zamandır (Biyolojik ve Toksik Silahların Kontrolü) hususunda bu ajanları stoklanmasını, kullanımını ve üretimini engelleyebilmek için için milletler arası platformlarda kongreler devam etmekte, protokoller yapılmaktadır (Kletmann et al. 2001).



Şekil 10. Çiçek virüsü (Prof. Dr. Acar Tüzünler 2019).

Maymun çiçeği

Maymun çiçeği enfeksiyonunun etkeni olan bu virüs: Variola virüsünün yakın akrabası olup; Afrika ülkeleri başta olmak üzere dünyanın geri kalanında da maymun çiçeğinin etkin olması sebebiyle bu enfeksiyonun pandemik özelliğe sahip olduğu bilinmektedir (Şimşek 2022). Döküntüleri çiçek hastalığına benzerlik gösteren; fakat ölüm oranı ve yayılma hızının çiçek enfeksiyonundan daha az olan zoonotik viral bir hastalık olduğu bilinmektedir. Bu virüs enfeksiyonlu kişilerin vücut sıvıları ile direk temas etme, döküntü, yüzyüze uzun zaman bakmak, vücut sıvılarına temas etmiş (çarşaf, elbise benzeri eşyaların) kullanımı, öpüşme, sarılma, hastalıklı hayvanlara dokunma veya bu hayvanlardan elde edilen ürünlerin tüketilmesiyle bulaştığı bilinmektedir (Tepetaş ve Sungur 2022).

2022 yılının Mayıs ayında meydana gelen küresel maymun çiçeği salgını esnasında; ortaya çıkan lezyonların aşamalarının farklı olduğu, ölümlerin çoğunlukla çocuklar ve genç

yetişkinler arasında meydana geldiği bilinmektedir (Kaya 2022). DSÖ insanlara maymun çiçeği enfeksiyonu yla ilgili çeşitli uyarılarda bulunmuş, yayılımın hızlı olması durumunda hastanelerde yardımcı sistemlere ihtiyaç olabileceği konusunda bilgilendirdiği bilinmektedir (Akın vd 2022).



Şekil 11. Maymun çiçeği (Euronews 2022).

Parazitler

Parazitler çoğunlukla orta mertebede mortalite ve morbidite oluşturabilen ajanlardır (Aşıllıoğlu ve Gökpınar 2022). Parazitleri biyolojik savaş ajanı olarak 2 yolla kullanmak mümkün.

- 1- Su ve Besin yoluyla biyolojik savaş: meşrubat ve besinlerin biyolojik faktörlerle kontamine olması sonucunda meydana gelen hastalıklar olup; İnsanların zaruri ihtiyacını besinlerden sağlaması, dağıtım ve kitlesel imalatının vuku bulması, öte yandan son zamanlarda kolayca küresel yiyecek bulunabilmesi su ve besinin biyoterörizm için kullanılmasında son derece önemli hale getirmiştir (Aksoy ve Özkan 2006). Su ve besin aracılığıyla meydana gelen biyolojik savaşta yer alabilecek parazitler; *Toxoplas magondi*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium spp*, *Microsporidium spp*, *Cyclosporacaya tenensis* ve *Entamoe bahistolytica* örnek verilebilir (Çelen 2013).
- 2- Hayvanlar aracılığıyla biyolojik savaş: hayvansal kaynaklı ajanların yayılması insan topluluklarının ve etraf üzerindeki tesiri çok uzun bir zaman sonra meydana geldiğinden, bu faktörler uzun vadede değerlendirilebilecek biyolojik silahlar olup;

bu amaçla değerdendirilebilecek parazitlere; *Echinococcus*, *Leishmania*, *Angiostrongylus* ve *Trichinella* örnek verilebilir (Aksoy ve Özkan 2006).

Funguslar

Mantarları, Hücre duvarı kalın bir kitin tabakasından meydana gelen, hücre zarı ergesterol içeren ökaryotik bir organizma olarak tanımlamak mümkün olup; patojenik olan mantarlar termal dimorfizm gösterebilir, derin veya yüzeysel enfeksiyon meydana getirebilirler (Rajesh 2018).Fungusların bulaşıcı olmaması ve daha önce biyolojik silah olarak geliştirildiğı ya da kullanıldığını dair bir geçmişe sahip olmamasından kaynaklı, potansiyel bir biyolojik silah olarak görülmediğı düşünölmektedir (Casadevall ve Pirofski 2006).

1960 ‘lı yıllarda aflotoksinlerin keşfiyle mitotoksinlerde çalışmalar başlamış olup; T-2 toksininin verimli üretimi, silaha dönüştürme kolaylığı, organizmanın veya toksinin saklama süresi gibi biyolojik silah olarak kullanılabilmesi için gerekli temel faktörlere sahip olması bu toksinin biyolojik savaş ajanı olarak kullanılabileceğı düşünölmektedir (Bennet ve Klich 2003).

Son zamanlarda insanlara yönelik meydana gelen kitlesel saldırılar, yaşanan gıda kontaminasyonu olaylarında mantarların da biyolojik silah olarak kullanılabilceğı düşünölmüş ve bu yönde araştırmalar yapılmıştır (Paterson 2006).

Biyolojik Silahların Özellikleri

Mikroorganizmaların biyolojik ajan olarak kullanılmasının avantajları;

- Etki sahasının yaygın olması: biyolojik silah ajanlarının yararlı meteorolojik şartlar ile fazla geniş sahalara dağılabilmeleri
- Basit ve yüksek ölçülerde depolanabilmesi ve üretilebilmesi
- Az maliyetle üretim (bir km²’de ki insanların yüzde ellisini etkileyen doz ele alınarak maliyet hesaplandığında, konvansiyel silahlar ikibin dolar nükleer silahlar sekizbindolar, kimyasal silahlar altıyüzbin dolara mal olmaktadır) bu sebeple biyolojik silahların “Fakirin Atom Bombası” olarak nitelendirilmesinin doğru bir kavram olması
- Yararlanmaların basit olması ve kullanılıp kullanmadıkları hususunda bir neticeye varmanın zorluğu, kamyonet, tekne, helikopter veya tarımsal ilaçlama uçağı vb. rahatlıkla elde edilebilen teçhizatlara koyulabilen sprey cihazlarla biyoterörizm hedefi ile ortama rahatlıkla verilebilmesi (Kiremitçi 2014).

- Ölüm veya yüksek hastalığa sebep verme potansiyeli (düşük miktarının bile geniş kitleleri etkilemesi ve çok sayıda kişide hastalık veya ölüme sebebiyet verebilmesi) (Kılıç 2006).
- Dış mekan şartlarına dirençlik(örnek olarak şarbon sporunun toprakta kırk yıldan çok uzun bir süre kalabilmesi, C.Burneti'nin dış mekan şartlarına yüksek dercede dirençli olabilmesi gibi.)
- Kişiden kişiye bulaşabilen kimi etkenler(örnek olarak kanamalı ateş, veba, çiçek benzeri biyolojik ajanlar kişiden kişiye bulaşarak istilaya neden olabilir) böylelikle ajanın amaçladığı yığından çok daha fazla yığını etkisi altına alabilir.
- Gizlenmesinin ve üretilmesinin kolay olması

Sağlık sistemine zarar vermesi ve toplumlarda panik ortamının oluşabilmesi (Dökmeci 2020)

Bir Olayın Biyolojik Silah Olabileceğini Düşündürecek Bulgular

Birbiyoterörizm fiilinin ya da evrensel bir salgının biyoterörizm kapsamında ölçümlenmesi için ilk önce biyolojik silahların tanımının yapılması ve nasıl bir saldırı gayesi ile kullanıldığının belirlenmesi gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü biyoterörizm silahlarını; insanlarda, bitkilerde, hayvanlarda bozukluk veya ölüme sebep olabilen, yaygın olarak bilinen bütün aşı ve ilaçlara dirençli olan, oldukça bulaşıcı özelliğe sahip ve çok sayıda kişiye zarar verebilme potansiyelini bulundurabilecek şekilde tasarlanmış bir organizmadır (Turan ve Özgüven 2021).

Biyolojik silahlar; insan vücuduna girebilme özelliğine sahip, çoğalabilen, hastalık ve ölüme sebep olabilen canlı mikroorganizmalardan (toksinler, bakteriler, virüsler) oluşmaktadır (Bossi et al. 2006). Meydana gelen saldırıların biyoteröristik bir olay olarak ölçümlenebilmesi için belli başlı ipuçları mevcut olup bir sağlık çalışanının aşağıdaki durumlarda klinik bir şüphe meydana gelmesi sonucunda, bunun bir biyolojik saldırı olabileceği olslılığını düşünebilmelidir (Yüksel ve Erdem 2016).

Bu ipuçları şu şekilde sıralanabilir;

- Farklı bölgelerde aynı hızda enfeksiyonun belirlenmesi
- Hastaneler ve acil servislerde birbirine yakın bulguların olduğu enfeksiyonlu birey sayısındaki artış
- Bilhassa aynı toplum yahut aynı aile içerisinde meydana gelen ensefalit bulgular
- Karaciğerdeki enzimlerde yükselmenin meydana gelmesiyle devam eden şiddetli pnömoniler

- Hemorajik mediastinit (Doğancı ve Baysallar 2001).
- Beraber yaşamlarını sürdüren toplumlarda aniden oluşan ve birçok kişiyi etkisi altına alan kusma, yüksek ateş, bulantı ve diyare
- Ateşin yüksek olmasıyla beraber pıhtılaşmada sorun yaşanması
- Sebebi belirlenemeyen ani ölümlerin meydana gelmesi gibi
- Meydana gelen bir enfeksiyonda olması gerekenden daha fazla ölüm oranı ve olayın olması (Turan ve Özgüven 2021).
- Bölge içerisinde olağan üstü enfeksiyon topluluğunun oluşması
- Bulaşma mevsiminin olmadığı bir dönemde enfeksiyonun olması
- Hayvanlarda belirlenen enfeksiyonun insanlardaki bulaşmış olması (Kılıç 2006).

Biyolojik ajanlar ekonominin zarar görmesine, zevk için yapılacak giderlerde azalma olmasına, turizmde hareketliliği azalmasına, nüfusun eksilmesine, kurum ve kuruluşların karantina münasebetiyle hareket sahasının sınırlandırılmasına sebebiyet vermektedir (Dökmeci ve Çavlan 2020).

Biyosensörler

Ömürlerini devam ettirebilmek adına canlılar, yer aldıkları platformlarda oluşan varyasyonları idrak ederek adaptasyonunu kısa bir zaman zarfında gerçekleştirmek durumunda olup, teşir ettikleri hareketler yardımıyla dış çevreden maruz kalabilecekleri tehlikeler karşısında korunmak için genellikle mikroorganizma, saf enzim ve doku özgünlüğüne sahip tabi sensörleri kullandıklarından; canlılar içerisinde mevcut olan idrak düzenekleri birden çok bilim insanına ilham kaynağı olmuş ve biyosensörlerin elde edilmesinde önemli rol oynamıştır (Tüylek 2017)

Biyolojik sensörlerin bu mübadeleden faydalanarak fiziki dataları meydana getirdiği; biyolojik olan ve olmayan tatbikatlarda çözümlemesi gerçekleştirilen gereç veya moleküllerin (analitler), biyolojik idrakçıların “enzimler, nükleik asitler(ribonükleik asit ve deoksiribonükleik asit), antikorlar, mikroorganizmalar, dokular, suni biyolojik idrakçılar, dokular ve selektör şeklinde etkileşim içerisinde olan fizikokimyasal transformatörlerin transistörler, optik fiberler, elektrodlar, piezoelektrik kristaller, termistörler” aynı ortamda bulundurulularak fiziki işaretlerin ölçülmesi sonucunda elde edilmektedir (Aykut ve Temiz 2006; Çoğal vd 2016).

Biyosensör analiz cihazlarının fiyatının uygun olması, ticari alanda kullanılabilirliği, ulaşılmasının kolay olması ve belli bir uzmanlık gerektirmemesi; günümüz bilinçli

tüketicilerinin bireysel gıda güvenliğini sağlamalarına olanak vermektedir (Baş ve Deniz 2015).

Şimdilerde biyosensörler, bilhassa sağlık sektörü öncelikli olmak üzere; askeri alanda, farmasötik ve fen sanayisinde, çevresel çözümlemelerde ve besin sektöründe de kullanıldığı bilinmektedir (Kökbaş vd 2013).

Birçok biyolojik bileşenin tayin edilmesinde kullanılan biyosensörler, çoğunlukla tıp alanında kullanılmış olup; glikoz oksidaz biyosensörünün şeker hastalarının evlerinde kısa sürede ve kolayca kan içerisindeki glikoz seviyesini ölçebilmesi amacıyla üretilmesi buna örnektir (Boz vd 2017; Özoğlu vd 2017).

Biyosensör içerisinde biyolojik almaçlardan yararlanma, biyolojik çeşitlerin ufak antijenler aracılığıyla bağışıklığın zahmetli olması, ısı ve kimyasal stabiliteler ve stabilitenin düşük olması bilindik limitler oluşturabilen, yaşam bilimsel alıcıların suni alıcılarla değişimine yönelik potansiyel bir meyil söz konusudur.

1960-1970’li yıllarda sensör muhtemelen oksijen, pH veya iyon seçici elektrotlarıyla bağlantı kurabildiği bir vizyon sebebiyle; sürekli bir çeşit sonda şeklinde görüldüğü, eski literatüre göre, enzim elektrotları, biyo elektrotları veya biyokatalitik membran elektrotları şeklinde isimlendirilen biyosensörlerin mevcut olduğu bilinmektedir (Arnold and Meyerhoff 1984).

Biyosensörlerin kullanımına dair birçok yöntemin mevcut olması “nitelikli bir şekilde hamilelik testlerinde (hamile mi değil mi), yarı nicelik şekide bireylerin alkol alıp almadığı (sarhoş mu değil mi)” gibi durumlarda kullanılmakta olup; çoğu tekniğe nazaran maliyeti, hassasiyeti daha az ve daha ekonomik bir saptama yöntemi sergileyen biyosensörler, biyolojik silahı ve konakçı üzerinde oluşan fonksiyonların değişikliklerini saptayabilmektedir.

Biyosensörlerin; saha içinde değerlendirilmeye müsait reel vakitli bir şekilde planlanması, biyolojik sıvılar içinde tatbik edilebilmeleri, taşınabilir pratiklerle ortak bir veritabanına erişim ve malumat bildirebilmeleri, saflaştırma benzeri örnek hazırlık etaplarına gereksiniminin olmaması, yoğun metaller, toksinler, genetik materyallerle makla beraber geniş bir skalada biyolojik silah türlerini ayırma özellikleri ve tanıyıcı olmaları saptama metodu şeklinde kullanılmalarını avantajlı hale getirmektedir (Varlık ve Çifçi 2021).

Biyosensörlerin sınıflandırılması

Biyoreseptörüne (biyolojik tanımlayıcı element) göre biyosensörler

1.Enzim esash

- a) Özellikli substratların dönüşümleri(Trozinaz fenol belirleyici şeklinde kullanılmaktadır)
- b) Amaçlanan analit aracılığıyla enzim aktivitesinin özellikli inhibisyonu (Organofosfatlar aracılığıyla inhibe edilen asitilkolinesteraz)
- c) Kofaktör enzimin modölatör şeklinde davranış sergileyen analiti aracılığıyla enzim aktivitesinin etkilenmesi (Kökbaş vd 2013).

2. Doku(tüm hücre) esash

- a) Hücresel solunumun genel inhibisyonu
- b) Özellikli katalitik proteinin indükleyici şeklinde davranış sergileyen analit

3. Afinite biyomolekül esash(DNA)

- a) Antikorlar
- b) Reseptörler
- c) Nükleik asitler

Fiziksel transduserlerine göre

1. Elektrokimyasal Transduser

- a) Potansiyometrik
- b) Amperometrik
- c) Kalorimetrik (Çoğal vd 2016).

2. Optik optoelektronik

- a) Işık bazlı potansiyometriksensörler
- b) SPR (Yüzey plazmon rezonans)
- c) UV-Görünür Absorbans
- d) Luminisans ve floresan
- e) TIRF(tam iç yansıma)

3. Piezoelektrik

- a) Quartz kristal mikroterazi
- b) Yüzey akustik dalga sensörü

4. Termal sensörler

- a) İzotermal titrasyon kalorimetrisi
- b) Polimer film rengindeki ısı hassasiyet değişikliği (Boz vd 2017).

Nitelikli biyosensörlerde aranan özellikler

1. Ölçüm aralığı; aygıtın kontrol edebildiği analit konsantrasyon içerisindeki mesafe
2. Hassasiyet; aygıtın analitteki varyasyona uygun yanıt oluşturması
3. Ölçüm süresi; çeşitli bir aygıtın takdir süratini belirtir
4. Seçimlilik; aygıtın yalnızca analite has olduğunu belirtir
5. Ölçüm sınırı; aygıtın ölçümü gerçekleştirebileceği en az analit konsantrasyonunu gösterir
6. Stabilité; belli bir zaman zarfında aygıtın duyarlılığında meydana gelen değişimlere özen gösteren bir nitelik takdir değerini gösterir
7. Tutarlılık; aygıtın neticelerdeki tutarlılığı belirtir
8. Ömrü; aygıtın başarımında alenen bir düşüş meydana gelmeden kazandırdığı görev ömrünü belirtir (Keskin ve Arslan 2020; Özoğlu vd 2017).

Biyoteknoloji; görev veya eşya üretimi amaçlanan ana mühendislik bilgisi ve bilimsel yöntemlerin, biyolojik sahada kesimsel kökende meydana gelen krizlerden oluşan maddelere uygulanması olup aynı zamanda: nebatların, insanların, mikroorganizmaların ve hayvanların genetik anlamda kodlarını inceleyerek, elde edilen bilgilerin kullanmaya hazır hale gelmesini sağlayan bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır (Safran 2003).

Biyoteknolojinin: genomik ve genetikte süratli bir ilerleme meydana getirmesi, şüphesiz ileri seviyedeki ülkeler için türlü siyasal, yerel ve ahlaki sıkıntıların meydana gelmesine sebebiyet vererek; yeni biyolojik ajanların var edilmesi ile ilgili olağanüstü metotların geliştirilebiliyor olması, evrensel asayiş ve sulh ortamının olması üzerinde de önemli bir etki oluşturarak; meydana gelebilecek tanınmayan çeşitli harp ve arbede ile ilgili senaryolar, saklı hareketler yahut sabote edici etkinlikler için projelendirilen çeşitli silahlar, bir bilim kurgu olmaktan çıkmış giderek farkına varmamız gereken bir gerçekliktir (Galamas 2008).

Tanınmayan biyolojik ajanların, biyoteknolojide kullanılan teknikler sayesinde hastalık yapıcı mikroorganizmanın canlılığını devam ettirmesi ve hava şartları gibi etkenlerin meydana getirdiği belirsizliklerin ortadan kalkabileceği, hedefe bulaştırılmasının garanti altına alınabileceğinin mümkün olduğu, antibiyotiğe karşı rezistansını arttıracak genlerin ilave edilmesi veya antijenik kondüksiyonun modife edilmesi biyokimyasal ilaçların büyük bir kısmının işlev göremez birhal alabileceği düşünülmektedir (Galamas 2008).

Canlıların genetik konstrüksiyonunun değişimi, rekombinant DNA teknolojisi yardımıyla olası bir hal almış olsada; bakteri benzeri tek hücreye sahip varlıkların uzun bir zamandan bu yana genetik konstrüksiyonları değiştirilmek üzere, normal şartlarda üretimi yapılmayan proteinlerin üretiminde kullanılmaktadır (Özgen vd 2007).

Rekombinant RNA teknolojisi sayesinde çok fazla aşı ve önlemler geliştirildiği, üçyüzelliye yakın tanınmayan molekülünde klinik denemeler sayesinde aşamalarda ilerleme katedilmiş, oluşturulan önlemlerin yanında genetik değişiklik meydana getirilerek mikroorganizmaların ticari kıymeti mevcut alkoloid ve polimer benzeri moleküllerin oluşturması da sağlanmıştır (Güran 2005).

Kimi ülkelerde son zamanlarda genetiği değiştirilmiş birtakım parazitlerin rezistansı arttırılarak, pirinç ve mısır gibi verimi arttırılmış nebatlar tarımda kullanılmış, böylece çevrenin kirlenmesine sebep olan zirai ilaç istismarı hafifletilip, verimin arttırılması sağlanarak; seri bir şekilde çoğalan dünya popülasyonunun artan gıda gereksinimlerinin karşılanması hedeflenmiştir (Çetiner 2005).

Sanayi atıklarının arıtılmasında da genetiği değiştirilmiş mikroorganizmaların kullanımı söz konusu olup; denizlerde meydana gelen petrol yüklü tankerlerin kaza yapması sonrasında denize boşalan petrolün, çevreye zarar vermemesi için petrolle beslenen bakteriler kullanılmaktadır (Yakıcıer 2002).

Sanayi kapsamında mayalanma, tarım süreçlerinin ve otomasyon düzenlerinin iyileştirilmesi sebebiyle kısa bir süre zarfında mühim bir ölçüde virüs, toksin yahut bakteri benzeri biyolojik silahları oluşturmayı mümkün kılabilceği düşünülmektedir. Morötesi, sıcaklık ve ışık benzeri etraftan gelebilecek faktörlere karşı dayanıklılığı arttırılmış mikroorganizmalar ve onların daha aktif bir durumda dağıtılmasını sağlayacak aerosol vb. gibi işlemlerin yapılması, bu ajanları daha kuvvetli bir hale getirmektedir (Safran 2003).

Biyoteknolojinin ziraide kullanımı ile ilgili çalışmaları yürüten bilim insanları, genetiği değiştirilmiş aşı ihtiva eden zerzevat ve yemişler hakkında çalışmalar yapmakta, böylelikle bu mahsulleri tüketen makro sayıdaki halk kütlesinin, az bir zaman dahi olsa bahsi geçen

faktörler karşısında korunmaları planlandığı bilinmekte: Biyolojik silah olarak kullanılabilecek ajanların genetik yapılarının bilinmesi, bunların güçsüz yanlarının farklı özgünlüklerinin daha iyi bilinmesine ve bu bilgilerin değerlendirilerek daha orijinal iyileştirici metotların; DNA yahut RNA içeren iyileştirici moleküllerin tanınmayan antibiyotiklerin ve antikorların geliştirilmesini sağlamaktadır (Güran 2005).

Mikroorganizmaların yapısıyla ilgili bilinen bu bilgiler, iyileştirme metotlarının yanında yeni teşhis yöntemlerinin geliştirilmesinde de rol alarak; çağımızda casuslara has monoklonal antikorlar yardımıyla test yöntemlerinde gelişme sağlanmış, çiçek ve anthrak benzeri hastalıkları bir saatten daha kısa bir süre zarfında ayırt edebilen immünolojik metotların varlığı söz konusudur (Özgen vd 2007).

Robot ve bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemeler yardımıyla; biyolojik saldırıya uğrayan şahısların teşhis ve iyileştirme konusunda ajanın çabuk tespit edilmesi ve canlıların hastalanmasına sebep olmadan evvel biyo ajanların nötr bir hal alması için çabuk ikaz düzeneklerinin geliştirilmesi mümkün olabilmektedir (Çetiner 2005).

Bilindik bir mikroorganizmanın ajan olarak kullanıldığının belirlenmesinin ardından, orjinal monoklonal antikorların değerlendirilmesi rahatsız olan kişinin bağışıklık durumu ne şekilde olursa olsun nispeten himaye edilerek; veba, anthraks ve tularemi benzeri ajanlara yönelik orjinal monoklonal antikorlar geliştirilebilmektedir (Yakıcıer 2002).

Biyolojik Silahlara Karşı Savunma ve Korunma

Biyolojik Savunma: biyolojik silahların kullanılmasını yok eden veya kullanılması durumunda onları hemen belirleyecek, toplulukları hızla savunabilecek net bir tedbir pratikte henüz mevcut değildir (Kılıç 2006).

Biyolojik silahların hangisinin ne vakit kullanıma sürüleceğinin bilinmiyor olması, kimi silahlara yönelik aşı benzeri koruma yöntemlerinin tatbik edilmesini de imkansızlaştırarak; çağımızda sadece veba, şarbon ve çiçek enfeksiyonlarına yönelik aşılarda üretimi lisanslı olarak yapılmaktadır (Çelen 2013).

Biyolojik ajanlara yönelik savunma izlemlerini 5 temel başlık altında sınıflandırmak mümkün;

1. Hazırlık ve önleme; biyoterörizmin ne şekilde ne vakit ve nereden gelebileceğinin tahmin edilemiyor olması, yüzde yüz bir hazırlık söz konusu değil; ancak karşı tarafın elindeki biyolojik silahın ne olduğunun bilinmesi, bu silahlara yönelik korunma, tedavi ve tanısının yapılması yönünde hazırlıkların yapılabilmesi söz konusudur

(Doğancı ve Bysallar 2001). Bu amaç doğrultusunda lokal seviyede sağlık kurumları arasında biyolojik silahlara yönelik protokol ve planların oluşturulması(hastanelerde acil durum programlarının tanınmayan evolüsyonlara yakışır bir şekilde restore edilmesi, kemoproflaksi, otopsi, patojenlerin ve patojenite riski olanların izolasyonu veya karantina tatbikatlarına karşı projelendirme, acil servis önlerine temizleme düzeneklerinin kurulması ve diğer korunma yöntemleri vb), sağlık çalışanlarının kitle imha silahlarına karşı sürekli eğitimleri ile bunlara karşı rehberlerin ve uygulama tatbikat ölçünlerinin sağlanması ve yayınlanması gerekmektedir (Baysallar ve Kenar 2006).

2. Saptama ve gözetim; biyolojik saldırılar sonucunda kullanılan faktörler ve oluşturabilecekleri patojenlere karşı bölgesel ve ulusal seviyede sürveyans düzeneklerinin yahut belirtili sürveyans meydana getirmek, gizil biyolojik silahlara karşı olay tanımlarının hazır hale getirmesi, şüphe uyandıran olayların özenle araştırılması ve şüphe çeken ölümlerin otopsi tatbikini ihtiva etmektedir (Çelen 2013).
3. Etkenin özelliklerini tanımlama; Biyolojik savaş ajanlarının süratli ve doğru bir şekilde tanımlanabilmesi için kapasitesi yüksek, gelişmiş bir milli referans laboratuvarının oluşturulması, milli laboratuvarının teşhis imkanlarına göre gruplandırıldığı bir laboratuvar zincirinin kurulması ve laboratuvar ağı içinde dataların sorunsuz bir şekilde paylaşımı için bilgisayar zincirlerinin oluşturulmasıdır (Demirağ vd 2019).
4. Koruyucu yöntemlerin geliştirilmesi; Hastanelerin kullanıma hazır hale getirilmesi, hastaların klinik tedavisi, epidemiyolojik araştırma, karantina, aktif ve pasif bağışıklanma, izolasyon, hastalık şüphesi olan temaslı şahısların ilaçla tedavi edilmesi, dekontaminasyonla ilgili önlemlerin yapılması, ilgili birimlerin lojistik desteğinin ve koordinasyonun oluşturulması (Doğancı ve Baysallar 2001).
5. İletişim ağının sağlıklı çalışması; Milli ve yerel seviyede yetkili birimler arasında süratli ve verimli bir iletişim ağının sağlanması, net veya şüphe uyandıran saldırılarda panik ortamının oluşmasını engelleyerek, halkın bilinçlenmesini sağlayacak bir web sitesinin oluşturulmasıdır (Baysallar ve Kenar 2006).

Milli seviyede birlikte hareket ederek, kurumsal düzeyde çalışmalar yukarıda belirttiğim temel ve basamaklara göre yürütülmeli ve projelendirilmelidir. Bu şekilde yapılan çalışmalar ve projeler sayesinde olabilecek kayıplar en az seviyeye düşeceği gibi oluşabilecek panik ortamının da önüne geçilecektir. Biyolojik savaş ajanlarına yönelik korunma, toplu ve şahsi korunma şeklinde iki grupta incelenebilir. “Biyolojik savaş ajanlarıyla gerçekleştirilen

saldırlara yönelik şahsi korunmada en etkili yöntem, maske ve koruyucu elbise kullanmaktır (Kılıç 2006).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Biyolojik silahlarla ilgili mevzuatlar

Biyolojik materyallerin ajan şeklinde kullanılmasının önüne geçmek için 19.YY sonlarında ilk girişimler ortaya çıkmış, 1899 yılında (zehir ve zehirli silahların kullanımının) yasaklanmasıyla ilgili Dan Hague’de (karadaki savaşlarda yasalar ve gelenekler) adı altında bir konferans yapılmış; bu konferansın düzenlenmesiyle birlikte kimya alanındaki ilerlemelere ilişkin yeni kimyasal ajanların iyileştirilmesi ve faaliyete geçirilmesinin engellenmesi istenmiş ve sonuçların yer aldığı bildirge yirmi dört ülke tarafından “Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere hariç” imzalanmıştır (Altun 2022).

İkinci konferans ise 1907 senesinde düzenlenmiş birinci dünya savaşı esnasında bilhassa kimyasal ajanların (zehirli gazlar) askeri hedeflere yönelik yaygın bir şekilde kullanılmış; dünya genelinde bu ajanların kullanılmasına yönelik büyük tepkilerin ortaya çıkması bazı sözleşmelerin yapılmasına neden olmuştur (Çelen 2013).

Biyolojik silahların yasaklanması için yapılan sözleşmeler

I. ve II. Lahey Sözleşmeleri: Dünyada barış ortamının oluşturulması ve korunması için büyük önem arz eden silahsızlanma milletler arası hukukta ilk defa ciddi anlamda 1899 ile 1907 yıllarında gerçekleştirilen Lahey Sözleşmelerinde ifade edilmiştir (Doğanalp 2016).

Silahsızlanma çabaları 1899 senesinde I. Lahey barış konferansında genel bir milletler arası görüşmede yer almış, ancak yapılan bu görüşmeler bir sonuç vermemiş, 1907 tarihinde II. Lahey Barış Konferansında bu silahsızlanma konusu tekrar görüşülmüş ve I. Lahey Sözleşmelerinde kabul gören metinlere benzer belgeleri kabul etmişlerdir (Illiashenko 2019).

I. Lahey Konferansı’na 31, II. sine ise 35 devlet katılmış, Osmanlı Devleti her iki görüşmeyede katılım sağlamış; I. Sözleşmede zehirleyici, boğucu ve benzer gazların kullanılması, II. Sözleşmede ise zehirli gazlar ve zehirin kullanılması yasaklanmıştır. Ancak Lahey Sözleşmeleri’inin etkisi olmamış, I.Dünya Savaşında kimyasal ajanlar yoğun bir şekilde kullanılmıştır (Varlık ve Çifçi 2021).

I. Dünya Savaşından sonra silahsızlanma mevzusu çoğu milletler arası antlaşma ve toplantıların gündeminde yer almış, bu savaş sonrasında dünyayı böylesi bir savaştan

korumak için meydana gelen Uluslar-arası Cemiyet içinde, bu konuyla alakalı farklı antlaşmalar imzalanmış ve konferanslar gerçekleştirilmiş, Lahey Sözleşmeleriyle başlayan bu süreç sonradan imzalanan 1925 Cenevre Protokolü, 1972 Biyolojik Silahlar Sözleşmesi ve 1933 Kimyasal Silahlar Sözleşmesi ile devam etmiştir (Doğanalp 2016).

Cenevre Protokolü: Lahey Barış Konferanslarının I. Dünya Savaşı esnasında, devletlerin biyolojik silah kullanmalarının önüne geçememesi, savaş sonrasında silahların kullanılmasının yasaklanması için farklı adımlar atılmasına neden olmuştur (Yeşilbağ 2002). Bu anlamda biolojik ajanların bir savaş aracı olarak kullanılmasının önüne geçmek için yapılan önemli ilk gelişme 1925 Cenevre Protokolü olup; Protokol 17 Haziran 1925 yılında Cenevre’de imzalanmış ve 8 Şubat 1928 yılında yürürlüğe girmiştir (Uludağ ve Aslan 2022).

Lahey Barış Konferanslarının sonuçsuz kalması sonrasında imzalanan Cenevre Protokolü’ne 1920’li yıllarda Sovyetler Birliği, Fransa, İtalya ve Almanya gibi birçok güçlü devletler dahil olmuş; 1952 Çin, 1970 Japonya, 1971 tarihine kadar da Amerika Birleşik Devletleri Cenevre Protokolü’nü imzalamamıştır. Bu yüzden Cenevre Protokolü’de biyolojik silahların kullanılmasını doğrudan engelleyememiş, Cenevre Protokolünü imzlamayan devletler gibi 1930’lu yıllarda Protokolü imzalayan devletlerde sözleşme kurallarını ihlal eden yaklaşımlarda bulunmuştur (Kaya 2020).

II. Dünya Savaşı esnasında Japonya Çin’de askeri birliklere, sivillere karşı kimyasal ve biyolojik silah kullanmış, bu dönemde kullanılan biyolojik silahlar gelişmiş özelliklere sahip olmadığından vebalı pireler ve fareler Çinlilerin kullandığı gıdara atılarak zehirlenmelerine neden olmuşlardır (Friedman 2022). Japonya’nın savaş esnasında kullanmış olduğu biyolojik silahlar ile ilgili metotlar bu silahların gelişmesi bakımından önemli bir yere sahip olmasının sebebi 1925 tarihinde başlayan biyolojik ajanlarla ilgili bilimsel hareketlerin ve çalışmaların içinde yer aldığı geniş kapsamlı bir çalışma özelliğine sahip olmasıdır (Doğanalp 2016).

Cenevre Protokolü’ü imzalandıktan sonra beş yıl içinde 28 devlet katılmış, bugün ise prokole dahil olmuş devlet sayısı 135’ çıkmış, protokolde yer alan yasaklar hem milli hemde milletler arası silahlı çatışmalarda uymak zorunda oldukları silahlı çatışmalara yönelik evrensel adet hukuku ve evrensel kuralların temelini oluşturmaktadır (Varlık ve Çifçi 2021).

Biyolojik silahlarla mücadele ve biyolojik silahlar sözleşmesi

Biyolojik ve kimyasal ajanlar çoğunlukla güçsüz ve gelişmemiş devletler tarafından kullanılan silahlar olması nedeniyle, bunların yayılmasının önüne geçmek için çeşitli mücadele metotları gerekli hale gelmiş; bu silahların uçaklardan atılabilmesi, yoğunluğun çok

olduğu bir sokakta veya uzaktan kumanda sayesinde bir çöp kutusunda patlama gerçekleştirebilmesi, kimya ve biyoloji hakkında temel bilgiye sahip olan birinin bu ajanların üretimi için gereken etken materyalleri kolaylıkla ve fazla sayıda üretebiliyor olması ürkütücüdür (Kaya 2020).

Çoğu ülkede bu tür saldırıları önleyebilecek bir alt yapı mevcut olmamakla beraber, silahların ticareti ile ilgili Uluslar-arası seviyede bir seri antlaşmalar, antlaşmalarla oluşturulmuş kuruluşlar ve gönüllü devletlerin bulunduğu gruplar bulunmaktadır. Bu antlaşma ve gruplar sayesinde nükleer, kimyasal ve biyolojik ajanlar çift kullanıma müsait teknolojilerin ve materyallerin Uluslar-arası sahada ihracı kontrol edilmeye çalışılmıştır (Altun 2022).

Bu konuda tüm devletlerin olmasa da büyük bir kısmı, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması, Kimyasal Silahlar Sözleşmesi ve Biyolojik Silahlar Sözleşmesi benzeri Uluslar-arası Sosyal Araştırmalar ve antlaşmalar imzalamıştır (Kaya 2020).

10 Nisan 1972 yılında imzalanıp 26 Mart 1975 yılında faaliyete giren Biyolojik ve Zehirleyici Silahların iyileştirilmesi, yapımı, stoklanması yasaklanması ve bunların yok edilmesine yönelik sözleşmeyi Türkiye de imzalayarak 5 Kasım 1974 te yürürlüğe koymuştur (Friedman 2022). İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi Biyolojik Silahlar anlaşmasının bu yolda tadili hususunda tatmin edici bir uğraş bulamadığından en rahat gerçekleştirebilecek çare, bütün tarafların bakteriyel veya başka biyolojik silahların, hastalık önleyici ya da toksinlerin koruyucu veya başka barışçı hedeflerle bağdaşmayan her çeşit kullanımının anlaşmaya uymayacağını kabul ettiklerini resmen beyan etmeleridir (Saribeyoğlu 2002).

Türkiye’de yasal mevzuat

Silahsızlanma ve silahların kontrolü konusu Türkiye tarafından oldukça önemsenmekte olup: bu konudaki hassasiyetini uluslararası uğraşlara aktif bir şekilde katılım sağlayarak, bunların tamamının uygulanıp uygulanmadığını takip ederek, bu konuyla ilgili uluslararası antlaşmalara taraf olarak, bu konuyla ilgilenen kuruluşlarımız arasındaki koordinasyonu oluşturarak güvenlik politikasının prensiplerini önemseyerek göstermektedir (Demirkasımoğlu ve İlhan 2021).

KİS ve terörizm yayılmasının tehdit düzeyini göz önünde tutan Türkiye: yayılımının engellemesini, daha güvenli ve istikrarlı bir dünya inşa etmek için tüm devletler tarfınca paylaşıldığını en içten duygularla görmeyi istemekte olup; bu çerçevede içerisinde, milletimiz, Bilemiş Milletler Güvenlik Konseyinin nükleer, biyolojik ve kimyasal silahlarla, bu

silahların fırlatma vasıtalarının yayılmasının engellemeye yönelik 1540 sayılı hükmü memnuniyetle karşılamış olup; bu çerçeve içerisinde Birleşmiş Milletler bünyesinde yapılan takım çalışmalarına yardımını hiç aksatmadan yapmaktadır. (Kırdım 2022).

Kimyasal silahlar anlaşmasına 1997 senesinde, Biyolojik Silahlar Anlaşmasına ise 1974 senesinden bu yana taraf olan Türkiye, 1997 senesinde Füze Teknolojisi Kontrol Rejmine dahil olmuş, 1999’da Zangger Komitesine ve 2000 senesinde benzer faaliyetleri olan Nükleer Tedarikçiler Takımı biyolojik ve kimyasal maddelerin dışarıya satışının kontrolü sahasında etkinlik gösteren Avusturalya Grubuna üye olmuştur (Demiralp 2021).

Kimyasal Silahlar Anlaşmasının 7. maddesi içerisinde Dışişleri Bakanlığı eliyle hazırlanan ve ondört Aralık 2016 tarihinde TBMM Genel Kurulunda onay alarak kanunlaşan 5564 sayılı “Kimyasal Silahların Üretimi, Stoklanması, Geliştirilmesi ve Kullanımının Yasaklanması Hususunda Kanun” 21 Aralık 2016’ da yürürlüğe konulmuş olup; bahsi geçen kanun, Kimyasal Silahlar Sözleşmesinin milli seviyede tam olarak kullanımına olanak veren idari ve cezai düzenlemeleri kapsamaktadır (Arslan ve Barış 2022).

Yöntem

Yasal mevzuatın genel bilgilere göre değerlendirilmesi

Biyolojik silahlar konusuyla ilgili detaylı bir araştırma gerçekleştirilerek genel bilgiler izah edilmiş olup; bu ajanların geçmiş zamanlarda kullanıldığı vakalar ve ilerleyen dönem içindeki ehemmiyeti belirtilerek tehlike öncesi ve sonrası yapılacaklar belirlenmiştir.

Ulusal mevzuatın uluslararası alanda durumu

Milletlerarası sahada biyolojik silahların stoklanması, üretiminin, kullanımının ve geliştirilmesinin engellenmesi ve bunların yok edilmesiyle ilgili Sözleşme, biyolojik ve zehirli ajanların stoklanması, geliştirilmesinin ve üretilmesinin engellenmesi ve bu ajanların yok edilmesiyle ilgili Sözleşme ilk sırada olmakla beraber öteki aranjmanlar incelenmiştir. Bilhassa silahsızlanma hususundaki çalışmalarıyla güncel hale gelen biyolojik ajanlar milletlerarası sahada oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Arslan ve Barış 2022).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Biyolojik Silahların Ortak Özellikleri

Türkiye’de biyolojik saldırı konusunda yapılan eğitimler

Acil servislerde kimyasal ve biyolojik suikastlere uğrayan yaralı ve hastalara uygulanacak ilk yardım ve tedavilerle dekontaminasyon uygulamalarına yönelik standartlar belirlenmeli. Sağlık çalışanları bu tür ajanların yaptığı klinik manzaralar ile bölgemizde yapılan bu eğitimlere karşın yukarıda bahsettiğimiz gibi öncelik eğitim olsa da ne olursa olsun tek başına yeterli olmamaktadır. Bu tür eğitimleri alan çalışanların ihtiyaç duyulduğunda yapması gereken hareketleri yapabileceği uygun standartlarda oluşturulmuş bir mekan oluşturulmalıdır. Aynı zamanda burada lazım olunan malzeme ve teçhizatın yeterli düzeyde bulunulmalıdır. Devlet hastaneleri kurumu bünyesinde sağlık çalışanları için bir takım konferans, tatbikat ve eğitimler organize edilmektedir (Karadayı vd 2013).



Şekil 12. Biyolojik silahlar ile ilgili yapılan eğitimler (Konya Odatv.com 2013).

Türkiye’de Olası Bir Biyolojik Saldırı Konusunda Mevcut Durum

Kimyasal ve biyolojik suikast durumunda teorik olarak ne yapılacak önceden belirlenmeli: bu çerçevede noksan noktaların bulunup gerekli tedbirlerin alınması, hangi birimin ya da birimlerin olası durumlarda hangi görevleri alacağını tespit edilmesi ve biyoterörizm hareketlerine karşı alınacak tedbirlerin olumlu sonuç verebilmesi aşağıda gösterilen çalışmaların uygun organize edilmesiyle mümkün olabilir.

- İlk olarak vakaların belirlenmesi
- Vakaların uygun görüleceği sağlık kurumlarının belirlenmesi
- Hastalık kontrol merkezleri ve izolasyon yöntemlerinin saptanması

- Belirtilen numunelerin alınması, laboratuvar ortamına gönderilmesi ve orada uygulanacak metotların saptanması (Yüksel ve Erdem 2016).
- Dekontaminasyonu yapılacak işlemlerin belirlenmesi
- Hastanelerde bakım ünetelerinde seçenekleri arttırarak bölümlerin genişletilmesi
- İhtiyaçların belirlenmesi
- Vaka sayılarının takip edilmesi ve idareye bilgi akışının yapılması
- Biyolojik ajanla henüz teması olmayan sağlık çalışanının korunma yöntemlerinin saptanması
- Çalışanlara bu konuda eğitim verilmesi gerekmektedir (Karadayı vd 2013).

TARTIŞMA VE SONUÇ

13. Yüzyıl itibariyle veba pandemisi Avrupa nüfusunu kırmış, 20. Yüzyılda çok fazla sayıda insanın ölümüne sebep olan; AIDS, SARS, İspanyol gribi, MERS ve resmi olarak 1 Aralık 2019 tarihinde görülen Covid- 19 pandemisiyle meydana gelen salgınlar; bir sağlık sorunu olmanın yanı sıra virus savaşları ve teknoloji gösterileriyle 21. Yüzyılda da dünya düzeni hakkında fikir vermektedir.

Dünya çapında biyoterörizm gerçek ve artan bir tehdit haline gelmiştir. Bu hastalıkların ortaya çıkmasının başka bir sebebi de toplumda pislik ve açlığın olmasıdır. Yaşanan ekonomik sıkıntılar fiyat artışlarının da beraberinde getirmektedir. İnsanların yiyecek sıkıntısı çekmesi yetersiz beslenmeye ve halkın hastalıklar karşısında direncinin azalarak, hastalığa yakalanma riskini arttırmaktadır. Bunun önüne geçebilmek için ülkelerin ekonomik paketler hazırlayarak halkın sağlığını ve hastalıklar karşısında direncini arttırması gerekmektedir. Bunun yanı sıra ülkeler sahip olduğu araştırmaları ve araştırmaların alt yapısını genişleterek, sivilleri potansiyel tehlikelere karşı korumak için yeni teşhis ve tedavi yöntemlerini geliştirmelidirler. Aşıların ve biyo savunma yöntemlerinin geliştirilmesi bir salgının patlamasını önleyebilmek ve bu hastalıklarla mücadele etmek için oldukça önemlidir.

Biyolojik silahlar son yıllarda COVID-19 pandemisi varyantlarıyla güncelliğini korumakata; erişkin yaş grubunda belirgin olarak raslanmasada çocuklarda gerektiğinden fazla önem arz eden semptomlarla hastane yatışına sebep olan komplıkasyonlar görülmektedir (Odabaşı vd 2022).

Biyolojik Silahlar, terörizmi destekleyen ülkeler tarafından bir çeşit şantaj ve konvansiyonel silahlardaki eksiklikleri gidermek için kullanılan bir güçtür. Biyolojik ajanların sebep olduğu hastalıklar günümüzde çok az görüldüğü için teşhis edilmesi çok zor ya da mümkün olmamaktadır. Biyolojik saldırılara karşı ana korunma metodu bu etkenlere karşı hazırlıklı olmaktır. Biyolojik silahların doğru ve hızlı bir şekilde tanımlanabilmesi için; kapasitesi yüksek, gelişmiş bir milli referans laboratuvarının kurulması, biyoterör ve doğal yoldan gelişen istilaların erken teşhis edilmesi ve hızlı bir şekilde kontrol edilmesine olanak sağlayacaktır. Mikrobiyolojik bir silaha karşı toplumu hazırlıklı hale getirmenin en iyi yöntemi aşı yapmaktır.

NATO'nun biyolojik silahlanma/biyolojik silahlar sorunu karşısındaki davranışları ve tutumu temelinde bir değerlendirmeye, 2000'li yıllarla birlikte NATO'nun güvenlik

anlayışının genişlediği belirtilebilir. Genişleyen güvenlik anlayışı kapsamında, kitle imha silahları sorununa çözüm arayışları içerisinde KİS gruplandırmasında yer alan biyolojik silahların oluşturduğu tehdit ve sorunlara karşı NATO'nun çözüm arayışlarının yoğunlaştığı görülmektedir (Kavuncu ve Özbek 2021).

Türkiye gelişen teknolojiye biran önce ayak uydurmalı; istihbarat, koruma, tanı, tedavi ve erken teşhis gibi mevzularla ilgili araştırma –geliştirme faaliyetleri üzerine yoğunlaşmalı, biyolojik ajanlarla ilgili lazım olan tüm malzemeyi ve teçhizatı elde ederek her zaman geliştirmelidir.

KAYNAKÇA

- Ağır, B. and Bilgenoğlu, A., 2021. İran'ın Nükleerleşmesi: Sebepler, aktörler ve Olasılıklar. *Turkish Journal of Security Studies*, 23(2), 220-242.
- Ahmad, T. Khan, M. Musa, T. H. Nasir, S. Hui, J. Bonilla-Aldana, D. K.. and Rodriguez-Morales, A. J., 2020. COVID-19: Zoonotic aspects. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 36, 101607.
- Akbıyık, A. and Avşar, Ö., 2020. Coronavirüs enfeksiyonu virüsünün (COVID-19) epidemiyolojisi ve kontrolü. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 109-116.
- Akçalı, A., 2005. Biyolojik silah olarak virüsler. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 39 (3), 383- 397.
- Akın, K.. D. Gurkan, C. Budak, A. and Karataş, H., 2022. Classification of Monkeypox skin lesion using the explainable artificial intelligence assisted convolutional neural networks. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 40, 106-110.
- Akkuş, M. S., 2020. Koronavirüs ve COVID-19. *Aksaray Üniversitesi Tıp Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 15-20.
- Aksoy, Ü. Ç. and Özkan, A. T., 2006. Biyolojik silah olarak paraziter ajanlar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63 (1), 79-84.
- Alizadeh, A. M. Hashempour-Baltork, F. Alizadeh-Sani, M. Maleki, M. Azizi-Lalabadi, M. and Khosravi-Darani, K.,. 2020. Inhibition of clostridium botulinum and its toxins by probiotic bacteria and their metabolites An update review. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 12(1), 59-68.
- Altun, A., 2022. Covid 19, biyolojik silahlar ve biyoterörizm. *International Academic Social Resources Journal*, 7, 34, 129-137
- Anisimov, A. P. Lindler, L. E., & Pier, G. B. (2004). Intraspecific diversity of *Yersinia pestis*: Clinical microbiology reviews, 17(2), 434-464.
- Arık, F. Ş., 1991. Selçuklular zamanında Anadolu'da veba salgınları. *Tarih Araştırmaları Dergisi*, 15(26), 27- 57.
- Arnold, M. A. and Meyerhoff, M. E., 1984. Ion-selective electrodes. *Analytical Chemistry*, 56(5), 20- 48.
- Arslan, A. G. and Barış Ö., 2022. Pandemi süreci kapsamında biyolojik ve kimyasal silahlar ve alınacak tedbirler. *Türk Hijyen Deneysel Biyoloji Dergisi*, 79(4), 776-783
- Aşlıoğlu, B. and Gökpınar, S., 2022. Biyoterörizm ve potansiyel biyoterörizm ajanı olan parazitler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 15(1), 66- 85.
- Ateş, B. Y. and Erhan, Ç. T. D., 2020. *ABD'nin Ortadoğu Politikası Ve Kitle İmha Silahları* (Doctoraldissertation, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Siyasal Bilgiler Fakültesi Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı).
- Atlas, R. M., 1998. The medical threat of biological weapons. *Critical Reviews in Microbiology*, 24(3), 157- 168.
- Ayaz, T. and Artuk, C., 2022. Yeni nesil savaşlar: Biyolojik savaş ve tıp. 25-9.
- Aykut, U. and Temiz, H., 2006. Biyosensörler ve gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3(51), 51- 52.

- Ayşegül, T., 2022. Maymun çiçeği, geçmişten günümüze. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 24(2), 409-416.
- Barbieri, R. Signoli, M. Chevé, D. Costedoat, C. Tzortzis, S. Aboudharam, G. Raoult, D. & Drancourt, M., 2020. Yersinia pestis: thenatural history of plague. Clinical Microbiology Reviews, 34(1), 00044- 19.
- Baş, D. and Deniz, E., 2015. Gıda güvenliği ve kalite kontrolünde biyosensörler. Gıda, 40(4), 225-232.
- Bayık, S. A. Mumcuoğlu, İ. Kurşun, Ş. Aksu N., 2015. Vankomisin dirençli enterokok suşlarının rep-PCR yöntemi ile klonal analizlerinin değerlendirilmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 73(1),1-8.
- Baysallar, M. and Kenar, L., 2006. Biyoterörizm ve dekontaminasyon yöntemi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 63(1,2,3), 115-128.
- Bellamy, R. J. and Freedman, A. R., 2001. Bioterrorism. Qjm, 94(4), 227-234.
- Berger, T. Eisenkraft, A. Bar-Haim, E. Kassirer, M. Aran, A. A. and Fogel, I., 2016. Toxins as biological weapons forterror—characteristics, challeng esandmedical counter measures: a mini-review. Disaster and Military Medicine, 2(1), 1-7
- Bhardwaj, T. and Somvanshi, P., 2017. Pan-genome analysis of Clostridium botulinum revealsuni quetar gets fordrug development. Gene, 623, 48 -62.
- Bossi, P. Garin, D. Guihot, A. Gay, F. Crance, J. M. Debord, T. Autran, B. and Bricaire, F., 2006. Cellular and Molecular Life Sciences. CMLS, 63(19), 2196-2212.
- Boz, B. Paylan, İ. C. Kızmaz, M. Z. and Erkan, S., 2017. Biyosensörler ve tarım alanında kullanımı. Journal of Agricultural Machinery Science, 13(3), 141- 148.
- Bozbıyık, A. Hancı, İ. H. Özdemir, Ç. and Demirkan, Ö., 2001. Nükleer silahlar: Üretimi ve tkileri. 10, 10, 386.
- Bray, M., 2003. Defense against filoviruses used as biological weapons. Antiviral research, 57(1-2), 53-60.
- Cable, J. Fauci, A. Dowling, W. E. Günther, S. Bente, D. A. Yadav, P. D., ... & Hartman, D. (2022). Lessons from the pandemic: Responding to emerging zoonotic viral diseases—a Keystone Symposia report. Annals of the New York Academy of Sciences.
- Casadevall, A. and Pirofski, L. A., 2006. The weapon potential of human pathogenic fungi. Medical Mycology, 44(8), 689-696.
- Celep, B., 2020. Demokrasi ve nükleer silahlar: İran örneği. 66(3), 101
- Ciotti, M. Ciccozzi, M. Terrinoni, A. Jiang, W. C. Wang, C. B. and Bernardini, S., 2020. The COVID-19 pandemic. Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences, 57(6), 365-388.
- Conlan. W., 2004. Vaccines against Francisella tularensis—past, presentand future. Expertreview of Vaccines, 3(3), 307-314.
- Coşar, Ş., 2012. Toplu çalışma alanlarında biyolojik ajanlar ve çalışan üzerine etkileri önleme yöntemleri.
- Cross, R. W. Mire, C. E. Feldmann, H. And Geisbert, T. W., 2018. Post-exposuretreatmentsfor Ebola and Marburg virus infections. Nature Reviews Drug Discovery, 17(6), 413-434.
- Çelen, M. B. and Çelik, G. Y., 2013. Biyolojik silahlar

- Çetiner, S. and Tuzla, İ., 2005. Türkiye ve dünyada tarımsal biyoteknoloji ve gıda güvenliği: Sorunlar ve Öneriler.
- Çoğal, S. Gürsoy, S. Ş. Çoğal, G. Ç. and Gürsoy, O., 2016. Sütte laktoz tayini için biyosensörlerin kullanımı. *Akademik Gıda*, 14(1), 33-42.
- Daban, E. Z. and Daban, C., 2018. Saddam Hüseyin dönemi Irak dış politikası: Irak-İran savaşı, Kuveytin işgali ve ABD'nin Irak'a müdahalesi. *Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 83-109.
- Demirağ, H. Hintistan, S. Doğan, E. S. Cin, A. A. and Tuncay, B., 2019. Paramedik Öğrencilerinin Biyoterörizm İle Biyolojik Ajanlara İlişkin Bilgi ve Görüşlerinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 49-56.
- Demiralp, O., 2021. Uluslararası insancıl hukuk: Kökenleri ve gelişimi. *Uluslararası Suçlar ve Tarih*, 21-28.
- Demirkasımoğlu, M. and İlhan, M. N., 2021. Türkiye seçilmiş ajan programı ve biyogüvenlik mevzuatı gelişimi. *GMJ*, 32, 489-499.
- Dikici, N. Ural, O. Sümer, Ş. Öztürk, K. Albayrak-Yiğit, Ö. Katlanır, E. and Keleş, B., 2012. Konya bölgesinde tularemi. *Mikrobiyol Bul*, 46(2), 225-35.
- Doğanalp, T., 2016. Uluslararası hukukta kitle imha silahları ve silahsızlanmaya yönelik girişimler. *Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(4), 15-28.
- Doğancı, L. and Baysallar, M., 2001. Biyoterörizm ve biyolojik savunma. *Flora*, 6(4), 209-224.
- Dökmeci, A. H. and Çavlan, B., 2020. Biyolojik silah; biyolojik savaşlar, pandemiler ve Covid-19: *EJONS International Journal on Mathematic, Engineer Ingand Natural Sciences*, 16(4), 841-859.
- Eivazzadeh-Keihan, R. Pashazadeh-Panahi, P. Baradaran, B. Guardia, M. Hejazi, M. Sohrabi, H. And Maleki, A., 2018. Clostridium botulinum nörotoksininin algılanması için optik ve elektrokimyasal biyosensörlerde son gelişmeler. *Analitik Kimyada TrAC Eğilimleri* 103,184-197.
- Elaldi, N., 2004. Kırım-Kongo hemorajik ateşi epidemiyolojisi. *Klinik Dergisi*, 17, 151-155.
- El-Jakee, J. El-Hariri, M. D. El-Shabrawy, M. A. Khedr, A. A. Hedia, R. H. Khairy, E. A. and Ragab, E., 2020. Efficacy of a preparedtis sueculture-adapted vaccinea gainst Chlamydia psittaci experimentally in mice. *Veterinary World*, 13(11), 2546.
- Erkekoğlu, P. and Koçer-Gümüşel, B., 2018. Biyolojik savaş ajanları: Tarihçeleri, patofiziolojileri, tanıları, tedavileri ve önlemler. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(2), 81-111.
- Etukudoh, N. S. Ejnaka, O. Obeta, U. Utibe, E. Lote-Nwaru, I. Agbalaka, P. And Shaahia, D., 2020. Zoonotic and parasitic agents in bioterrorism. *Journalof Infectious Diseases and Travel Medicine*, 4(2), 000139.
- Faisal, A. R. M. Imtiaz, S. H. Zerine, T. Rahman, T. and Shekhar, H. U., 2017. Compute raied epitope design as a peptide vaccine component against Lassa virus. *Bio information*, 13(12), 417.
- Friedman, D. Kimyasal ve Biyolojik Silahların Yayılmasını Önleme: Obama Vizyonu ve Nükleer Silahsızlanma, 87-98.
- Galamas, F., 2008. Biyolojik silahlar, nükleer silahlar ve caydırıcılık: biyoteknoloji devrimi. *Karşılaştırmalı Strateji*, 27 (4), 315-323.

- García, S. Vidal, J. E. Heredia, N. and Juneja, V. K., 2019. Clostridium perfringens. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers, 513-540.
- Goncalves, A.B. Russell, R. Paterson, M. Lima N., 2006. Ganoderma—a therapeutic fungal biofactory. Phytochemistry, 67(18), 1985-2001.
- Güleç, D., 2020. Covid 19; gıda güvenliği ve biyoterörizm (3).
- Güran, Ş., 2005. Ulusal savunmada moleküler biyoloji ve biyoteknolojinin önemi. Gülhane Tıp Dergisi, 47(2), 153-155.
- Gürcan, Ş., 2007. Francisella tularensis ve Türkiye’de tularemi. Mikrobiyol Bül, 41(4), 621-36.
- Hart, J., 2009. Sovyet biyolojik silah programı. Ölümcül kültürlerde 132-156): Harvard Üniversitesi Yayınları.
- Henderson, D. A., 1998. Bir halk sağlığı tehdidi olarak biyoterörizm. *Gelişmekte olan bulaşıcı hastalıklar*, 4 (3), 488.
- Illashenko, V., 2019. Uluslararası Hukukta kimyasal ve biyolojik silahların taşınmasına yönelik düzenlemeler. (Master's thesis, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü),
- Karadayı, B. Kolusayın, M. Kaya, A. and Karadayı, Ş., 2015. Acil tedavi birimlerinde adli olgudan biyolojik materyal alınması ve gönderilmesi. Marmara Medical Journal , 26 (3) , 111-117 .
- Karataş, D., 2013. Tularemi. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 24(1), 20-25.
- Kaya, H. E., 2020. Uluslararası güvenlikte bir tehdit unsuru olarak biyolojik silahlar. The Journal of International Social Research, 13(71), 1307-9581.
- Kaya, Ş., 2022. Maymun çiçeğinin klinik özellikleri. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research Review / Derleme, 6(2), 81-85.
- Kerget, F. and Parlak, E., 2022. Maymun Çiçeği Virüsüne Karşı Antiviral Yaklaşım ve Bağışıklık. Journal of Biotechnology and Strategic Health Research Derleme / Review, 6(2), 94-100.
- Keskin, M. and Arslan, F., 2020. Biyosensörler. Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi, 1(1-2), 51-60.
- Kılıç, S. (2006). Biyolojik silah olarak toksinler. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 63(1), 85-106.
- Kılıç, S. and Yeşilyurt, M., 2011. Tularemi: Güncel Tedavi Seçeneklerine Genel Bir Bakış. *Klimik Journal /Klimik Dergisi*, 24(1).
- Kılıç, S., 2006. Biyolojik silahlar ve biyoterörizm. Türk hijyen ve deneysel biyoloji dergisi, 63(1), 1-20.
- Kırçiçek, A. Arslantaş, D. İncedere, O. Öztaş, D. and Ateş, A., 2020. Biyolojik tehditler, yeni koronavirüs hastalığı ve kbrn için deki yeri. International Congress On Woman And Child Health And Education (p. 27).
- Kırdım, Ş. E., 2022. Birleşmiş milletler güvenlik konseyinin ultra vires kararlarının sınırları ve yargısal denetimi. Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi , (1) , 31-72 .
- Kıbaroğlu, M., 2013. Enerji mi? silah mı? nükleerin iki yüzü. Middle Eastern Analysis/Ortadoğu Analiz, 5(58).
- Kiremitçi, İ., 2014. Küresel boyuttaki terör tehditleri. Savunma Bilimleri Dergisi, 13 (2), 27-58.

- Kissinger, P. T., 2005. Biosensors—a perspective. *Biosensors and Bioelectronics*, 20(12), 2512-2516.
- Kiu, R. and Hall, L. J., 2018. An update on the human and animal enteric pathogen *Clostridium perfringens*. *Emerging microbes & infections*, 7(1), 1-15.
- Klietmann, W. F. and Ruoff, K. L., 2001. Bioterrorism: implications for the clinical microbiologist. *Clinical Microbiology Reviews*, 14(2), 364-381.
- Kortepeter, M. G. And Parker, G. W., 1999. Potential biological weapons threats. *Emerging infectious diseases*, 5(4), 523.
- Kökbaş, U. KAYRIN, L. and Abdullah, T., 2013. Biyosensörler ve tıpta kullanım alanları. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 22(4), 499-513.
- Kul Köprülü, T., 2012. Tokat ilinde bulunan sert kenelerdeki (Acarı: Ixodidae) *Rickettsia* varlığının moleküler yöntemlerle tesbiti.
- Littlewood, J. (2005). *The biological weapons convention: a failed revolution*. Aldershot, UK. Ashgate, 250.
- MACAR, O. D. and Asal, U. Y., 2020. COVID-19 ile Uluslar arası ilişkileri yeniden düşünmek: tarih, ekonomi ve siyaset ekseninde bir değerlendirme. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(37), 222-239.
- Mehdizadeh-Gohari, I. Navarro, M. A. Li, J. Shrestha, A. Uzal, F. A., and McClane, B. A., 2021. Pathogenicity and virulence of *Clostridium perfringens*. *Virulence*, 12: 723-753.
- Mızrakçı, S. and Demiray, E. K. D., 2022. Antalya ilinin tularemi açısından değerlendirilmesi. *Black Sea Journal of Health Science*, 5 (1) , 149-152.
- Mohan, D. And Borthakur, A., 2015. Seroprevalence of *Chlamydia trachomatis* in infertile women in a tertiary care hospital: a pilot study. *Indian journal of medical microbiology*, 33(2), 331.
- Najmuldeen, A., 2020. II. Dünya savaşında Japonya'nın uyguladığı Asya katliamları. *Avrasya Sosyal ve Ekon omi Araştırmaları Dergisi*, 7(8), 191-201.
- Ndwandwe, D. and Wiysonge, C. S., 2021. COVID-19 vaccines. *Current opinion in immunology*, 71, 111-116.
- Nigam, P. K. and Nigam, A., 2010. Botulinumtoxin. *Indian Journal of Dermatology*, 55(1), 8.
- Nikolai, L. A. Meyer, C. G. Kremsner, P. G. and Velavan, T. P., 2020. Asymptomatic SARS Coronavirus 2 infection: Invisible yet invincible. *International Journal of Infectious Diseases*, 100, 112-116.
- Odabaşı V. Öztosun, G. Özdemir, Ö. F. Bozdemir, T. And Alabaz, D., 2022. Çocuklarda COVID-19. *Çukurova Tıp Öğrenci Dergisi*, 2(1), 1-8.
- Özcan, B. A., 2019. Şarbon hastalığı ve önemi.
- Özgen, Ö. Emiroğlu, H. Yıldız, M. Taş. A. Z. and Purutçu Oğlu, E., 2007. Tüketiciler ve Modern Biyoteknoloji: Model Yaklaşımlar.
- Özoğlu, Ö. Ünal, M. A. and Güneş Altutaş, E., 2017. Biyosensörler: Gıda ve sağlık alanında laktat biyosensörleri. *Türk Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(2), 180-193.
- Pakdemirli, A. and Dülger, D., 2021. Tarihsel bir biyolojik ajan ve KBRN açısından önemi: Ruam (Glanders)«*Burkholderia mallei*». *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 32(2), 178-184.

- Parola, P. Paddock, C. D. and Raoult, D., 2005. Tick-borne rickettsioses around the world: emerging diseases challenging old concepts. *Clinical Microbiology Reviews*, 18(4), 719-756.
- Paterson, D. L., 2006. Resistance in gram-negative bacteria: Enterobacteriaceae. *American journal of infection control*, 34(5), S20-S28.
- Pérez-Losada, M. Arenas, M. Galán, J. C. Palero, F. and González-Candelas, F., 2015. Recombination in viruses: mechanisms, methods of study, and evolutionary consequences. *Infection, Genetics and Evolution*, 30, 296-307.
- Petit, L. Gibert, M. and Popoff, M. R., 1999. *Clostridium perfringens*: toxinotype and genotype: *Trends in Microbiology*, 7(3), 104-110.
- Pohanka, M. and Skladal, P., 2009. *Bacillus anthracis*, *Francisella tularensis* ve *Yersinia pestis*: En önemli bakteriyel savaş ajanları. *Folia Microbiologica*, 54 (4), 263-272.
- Rajesh, P., 2018. Infectious diseases as agents of bioterrorism. *Life Science Edge*, 5(1), 10.
- Roffey, R. Tegnell, A. and Elgh, F., 2002. Biological warfare in a historical perspective. *Clinical Microbiology and Infection*, 8(8), 450-454.
- Rood, J. I. Adams, V. Lacey, J. Lyras, D. McClane, B. A. Melville, S. B. and Van Immerseel, F., 2018. Expansion of the *Clostridium perfringens* toxin-based typing scheme. *Anaerobe*, 53, 5-10.
- Safran, B., 2003. Biyoteknoloji alanında sektörel kriz kaynakları. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (10), 0-0.
- Sahu, R. Verma, R. Dixit, S. Igietsame, J. U. Black, C. M. Duncan, S. and Dennis, V. A., 2018. Future of human Chlamydia vaccine: potential of self-adjuvanting biodegradable nanoparticles as safe vaccine delivery vehicles. *Expert Review of Vaccines*, 17(3), 217-227.
- Sarıbaş, S., 2019. Biyolojik silahlar: Marina Fiorato'nun şifacı romanında veba hastalığını biyolojik ajan olarak kurgulanması bir değerlendirme. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 6(39), 1854-1863.
- Sarıbeyoğlu, M., 2004. Kitle imha silahlarının kullanımının yasaklanmasına ilişkin uluslararası düzenlemeler.
- Selvaraj, S. A. Lee, K. E. Harrell, M. Ivanov, I. And Allegranzi, B., 2018. Infection rates and risk factors for infection among health workers during Ebola and Marburg virus outbreaks: a systematic review. *The Journal of Infectious Diseases*, 218(5), 679-689.
- Setlow, P. and Johnson, E. A., 2019. Spores and their significance. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*, 23-63.
- Silahlar, B. & Veba, M. F. N. Ş. R. (2019). *Journal Of Social And Humanities Sciences Research: Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 6(39), 1854-1863.
- Sinyal iletimi ve hedefe yönelik tedavi, 5 (1), 1-8. Fauci, AS, Lane, HC ve Redfield, RR (2020). Covid-19 — haritada olmayanlarda gezinmek: *New England Tıp Dergisi*. 382 (13), 1268-1269.
- Spyrou, M. A. Tukhbatova, R. I. Wang, C. C. Valtueña, A. A. Lankapalli, A. K. Kondrashin, V. V. And Krause, J., 2018. Analysis of 3800-year-old *Yersinia pestis* genomes suggests Bronze Age origin for bubon ic plague. *Nature Communications*, 9(1), 1-10.

- Suschak, J. J. and Schmaljohn, C. S., 2019. Vaccines against Ebola virus and Marburgvirus: recent advances and promising candidates. *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, 15(10), 2359-2377.
- Şafak, O. And Taşkesen, S., 2021. Covid-19 pandemisinin bizlere anımsattıkları: Sovyet ve Rus biyolojik silah programının yeniden değerlendirilmesi. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 773-803.
- Şahin, F. and Demir, S., 2020. Virüsler, viral pandemileri etkileyen faktörler ve sonuçları. Muzaffer Şeker, Ali Özer ve Cem Korkut. *Türkiye Bilimler Akademisi*, 55-76.
- Şimşek, D., 2022. Maymun çiçeği virüsü hastalığı (Monkeypox). *AA*, 25, 05.
- Tepetaş, M. and Sungur, S., 2022. Maymun çiçeği virüsü salgını. *Estüdam Halk Sağlığı Dergisi*, 7(3), 550-556.
- Tercan B., 2020. Biyolojik afetler ve COVID- 19. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 1(1), 41- 50.
- Tuncer, C. and Saruhan, İ., 2009. Biyolojik silah olarak böcekler. *Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik, Nükleer (Kbrn) Kongresi*, 85-95
- Turan, S. And Özgüven, F., 2021. 21. Yüzyılda uluslararası terörizme yeni bir bakış: Biyoterörizm. *İstanbul Rumeli Üniversitesi Uluslararası Güvenlik Sempozyumu*, 73.
- Tüylek, Z., 2017. Biyosensörler ve nanoteknolojik etkileşim. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 71-80.
- Uludağ, T. And Aslan, D., 2022. Halk sağlığı bakış açısı ile biyoterörizm. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 31 (4), 299-306 .
- Uyar, Y. and Akçalı, A., 2006. Viral agents as biological weapons. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 63(1), 67-78.
- Van Aken, J. and Hammond, E., 2003. Genetic engineering and biological weapons: new technologies, desires and threats from biological research. *EMBO Reports*, 4(S1), S57-S60.
- Varlık, S. And Çifçi, O., 2021. Biyolojik silahların gelişimi ve uluslararası hukuktaki yeri. *Adli Birimler ve Suç Araştırmaları Dergisi*, 3(3), 1-2.
- Velavan, T. P. and Meyer, C. G., 2020. The COVID-19 epidemic. *Tropical Medicine and International Health*, 25(3), 278.
- Velavan, T. P. and Meyer, C. G., 2021. COVID-19: a PCR-defined pandemic. *International Journal of Infectious Diseases*, 103, 278-279.
- Velavan, T. P. ve Meyer, C. G., 2021. COVID-19: PCR tanımlı bir salgın: *Uluslararası Enfeksiyon Hastalıkları Dergisi*, 103, 278-279.
- Verma, S. and Varma, R. K., 2019. Recent emerging diseases likely to cause major epidemics. *Indian Journal of Drugs*, 7(2), 49-51.
- Wisniewski, J. A. and Rood, J. I. 2017. The Tcp conjugation system of *Clostridium perfringens*. *Plasmid*, 91, 28-36.
- Yadav, J. P. Kaur, S. Dhaka, P. Vijay, D. and Bedi, J. S., 2022. Prevalence, molecular characterization, and antimicrobial resistance profile of *Clostridium perfringens* from India. *A scoping Review Anaerobe*, 102639.
- Yadigaroglu, H., 2006. Biyoterörizm, modern savaş ve biyolojinin araçsallaştırılması: I. Dünya savaşında ALMANYA örneği. *Zamanın İzleri*, 281.

- Yakıcıer, C., 2002 Gen teknolojileri ve ulusal güvenlik. 8(3), 120-126.
- Yang, L. Liu, S. Liu, J. Zhang, Z. Wan, X., Huang, B. Zhang, Y., 2020. COVID-19: immunopathogenesis and Immunotherapeutics. Signal Transduction and Targeted therapy, 5(1), 1-8.
- Yao, P. and Annamaraju, P., 2021. Clostridium perfringens. StatPearls [Internet].
- Yavuz, U. and Akçalı, A., 2006. Biyolojik silah olarak viral ajanlar. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 63(1), 67-78.
- Yazırdağ, H. C., 2017. Kitle imha silahları ve uluslararası ilişkilerdeki pratiği (Doctoraldissertation, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Yıldız, F., 2014. 19. Yüzyıl'da Anadolu'da salgın hastalıklar (Veba, Kolera, Çiçek, Sıtma) ve salgın hastalıklarla mücadele yöntemleri (Master'sthesis).
- Yildirimtepe, F., 2016. Ordu ve Samsun illerinde bulunan bazı sert kenelerdeki (Acari: Ixodidae) Rickettsia, Borrellia ve Francisella varlığının moleküler yöntemlerle tespiti (Master'sthesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yüksel, O. and Erdem, R., 2016. Biyoterörizm ve Sağlık. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 19(2).
- Zilinskas, R. A. (1997). Iraq's biological weapons: the past as future?. Jama, 278(5), 418-424.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Saliha DALGIÇ
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Cizre Lisesi
Lisans:	İnönü üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi
Yüksek lisans:	Atatürk üniversitesi, Biyoloji Ana bilim Dalı (2022)
Yabancı Dil Bilgisi	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	