



Dr. İ. Hamit Hancı*, Dr. Çağlar Özdemir**,
Arif Bozbiyık***, Ayşim Tuğ****

Biyolojik ajanlar yakın dönemde ikinci dünya savaşında sınırlı şekilde kullanılmışlardır ancak kullanımları antik çağlara dayanmaktadır.

Biyolojik silahlar diğer canlılar üzerinde zararlı etkiler yaratmak amacıyla kullanılan bakteri, virüs vb. bulaşıcı ajanlardır. Bu tanım genellikle biyolojik olarak elde edilen toksinleri ve zehirleri de kapsayacak biçimde genişletilir. Biyolojik savaş araçları, yaşayan mikroorganizmaları (bakteri, protozoa, riketsia, virüs ve mantar) içerdiği gibi bitkiler ve hayvanlar tarafından üretilen toksinleri (kimyasallar) de kapsar. Bazı yazarlar toksinleri kimyasal olarak kabul ederken, çoğunluğu 1972 Biyolojik Silahlar Konvansiyonu'nda (Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons on Their Destruction) da belirtildiği gibi biyolojik ajan olarak kabul etmektedir.

Silah olarak kullanılabilir biyolojik ajanlar şu biçimde sıralanabilir;

Bakteriler: Küçük-serbest yaşayan organizmalar olup çoğunluğu katı ya da sıvı kültür ortamında üretilebilirler. Bu organizmalar stoplazma, hücre zarı ve nükleer materyaller içeren bir yapıya sahiptir. Basit bölünme ile ürerler. Oluşturdukları hastalıklar

genellikle özgün antibiyotik tedavilerine yanıt verirler.

Virüsler: İçlerinde çoğalabilecekleri canlı organizmalara gereksinim duyan organizmalardır. Bundan dolayı da enfeksiyöz etkileri büyük oranda konak hücrelere bağımlıdır. Virüsler genellikle antibiyotik tedavilere yanıt vermeyen fakat antiviral bileşimlerin bir kısmına ve sınırlı kullanıma uygun preparatlara yanıt veren hastalıklara neden olurlar.

Riketsialar: Hem bakterilerin hem de virüslerin genel karakterlerini taşıyan mikroorganizmalardır. Bakteriler gibi metabolik enzimler ve hücre zarından oluşurlar ve oksijen kullanırlar ve geniş çaplı antibiyotiklere karşı duyarlıdırlar. Yaşayan hücreler içinde üremelerinden dolayı da virüsleri andırırlar.

Klamidya: Kendi enerji kaynaklarını üretmediklerinden zorunlu hücre içi parazitlerdir. Bakteriler gibi geniş spektrumlu antibiyotiklere yanıt verirler. Çoğalmak için virüsler gibi yaşayan hücrelere gereksinim duyarlar.

Mantarlar: Fotosentez yapamayan, anaerobik büyüme yeteneğine sahip ve çürüyen bitkisel olgulardan besin gereksinimlerini karşılayan ilkel bitkilerdir.

Toksinler: Yaşayan bitkiler, hayvanlar ya da mikroorganizmalardan elde edilen ya da üretilen zehirli maddelerdir. Bazı toksinler kimi kimyasallara da dönüştürülebilirler.

Toksinlere özel antiserum ve seçilmiş farmakolojik ajanlarla karşı konulabilir.

Literatürde çok sayıda biyolojik savaş ajanı belirtilmektedirler (Tablo 1). Bu ajanların bazıları ölümcüldürler, diğerleri genellikle kapasite düşürücü olarak kullanılırlar. Literatürde klasik tedavi yöntemlerinin etki edemediği ya da belli etnik gruplar üzerinde kullanılabilen genetik mühendisliği ürünü ajanlardan söz edilmektedir.

Biyolojik ajanların silah olarak kullanım potansiyelini de etkileyen bazı özellikleri; enfektivite, virülans, toksisite, patojenite ve stabiledir. Biyolojik ajanlar, uygun çevre

Tablo 1. Literatürde yer alan biyolojik savaş ajanları.

Bacillus Anthraxis (Şarbon Etkeni)
Botulinum Toksinleri (Konserve Zehiri)
Brucella Species (Brucelloz "Malta Humması" Etkeni)
Vibrio Cholera (Kolera Etkeni)
Clostridium Perfirenges (Gazlı Gangren Etkeni)
Salmonella Typhi (Tifo Etkeni)
Psoudomanas Psoudomallei (Melioidozis hastalığı Etkeni)
Psoudomanas Mallei (Ruam hastalığı Etkeni)
Yersinia Pestis (Veza Etkeni)
Francisella tularensis (Tularemia Etkeni)
Coxiella Burnetti (Q Ateşi Etkeni)
Smallpox Virüs (Çiçek Hastalığı Etkeni)
Congo-Crimean Hemorajik Ateşi Virüsü
Ebola Virüsü
Stafilokoksik Enterotoksin B
Rift Valley Ateşi Virüsü
Trichothece Mycotoxins
Venezüella At Ensefaliti
Kriptokokoz
Kokoidomikozlar
Plazmodium vivax (Sıtma Etkeni)
Risin (Keneotundan elde edilir)
Saxitoksin (predominant olarak doğada deniz dinoflajellilerince üretilir)

* Prof.; Ankara Ü. Tıp Fakültesi Adli Tıp AD, Ankara

** Asist.; Ankara Ü. Tıp Fakültesi Adli Tıp AD, Ankara

*** Yüksek Lisans Öğrencisi; Ankara Ü. Tıp Fakültesi Adli Tıp AD, Ankara

**** Adli Biyolog; Ankara Ü. Tıp Fakültesi Adli Tıp AD, Ankara

Dünya klonlanma etiğini tartışırken asıl sorun olan genetik mühendislik yöntemi ile geliştirilmiş biyolojik silahlar gözden uzak kalmıştır.

koşullarında ve vücutta etkilerini katlayarak artırır ve ortamda uzun süre kalırlar.

Kimyasal silahların bütün korkunçluğuna karşın, biyolojik organizmanın çok küçük bir örneği bile çok daha ölümcül olabilir.

Örneğin; Bacillus antraksis basilinin yol açtığı şarbon hastalığında solunum yoluyla havadan alınan dayanıklı sporlar akciğerler içerisinde açılarak çoğalmakta, başlangıçta soğuk algınlığı belirtiler ile kuluçka devresini geçirerek kısa sürede öldürücü tablolar ile karşımıza çıkmaktadır. İnhalasyon sonucu gelişen sistemik şarbon mortalite %100'e ulaşmaktadır. Diğer taraftan Botulinum toksinin bir kimyasal ajan olan sarin'den üç milyon kez daha etkili olduğu belirtilmektedir. Botulinum toksinine maruz kalan kişilerde farklı derecelerde kas felci gelişmekle birlikte, olguların %60'ı ölümlü sonuçlanır.

Tarih boyunca doğal olarak ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklar, hastalık etkenlerinin askeri operasyonlarda kullanılabilecekleri düşüncesini doğurmuştur. Biyolojik ajanlar yakın dönemde ikinci dünya savaşında sınırlı şekilde kullanılmışlardır ancak kullanımları antik çağlara dayanmaktadır; M.Ö. 6. yy'da Asyalılar düşmanlarının su kaynaklarına hastalıklı çavdar tanesi katmışlardır. Çeşitli bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen biyolojik toksinlerin, mızrak ve okların uçlarına sürülerek insan öldürmek amacıyla kullanıldıkları da bilinmektedir. Aynı şekilde, okların dışkıya ya da çürümüş ete batırılarak kullanılması, cesetlerin ve dışkının düşmanın su kaynaklarına atılması çok eski tarihlerden beri kullanılan biyolojik savaş yöntemleridir. Tarih kayıtlarında insan vücudunun da bir biyolojik savaş aracı olarak kullanıldığı görülmektedir. Orta çağ savaşlarında çiçek ve veba hastalığı nedeniyle ölmüş kişilerin cesetlerinin kuşatılmış düşman kuvvetlerinin arasına mancınikle atılması sık başvurulan bir yöntem olmuştur. Avrupalıların Amerikan yerlilerine karşı kullandıkları katliam yöntemlerinden biri de, çiçek ya da kızamık nedeniyle ölmüş kişilerin battaniyelerini onlara satmak olmuştur. 1797 yılında, Napolyon İtalya seferinde kuşattığı Mantua şehrinde yaşayanlara sıtma hastalığı bulaştırmaya çalışmıştır. Biyoteknolojik gelişmeler ile 1. Dünya Savaşı'ndan bu yana geliştirilmeye başlanan biyolojik silahların her iki dünya savaşında da bölgesel kullanıldığı (Japonya,

Mançurya vb.) belirlenmiş, ancak kullanıldığı taraflarca kabul edilmemiştir.

Üretim: Biyolojik savaş ajanlarının üretimi, organizmanın seçimi, organizmanın küçük kültür ortamlarında geniş spektrumlu çoğaltılması ve ajanların korunması evrelerinden oluşur. Biyolojik silahların askeri güçler ve sivil halk üzerindeki caydırıcı etkileri, son 25 yılda biyoteknolojideki hızlı değişimlerin kaynağı olmuştur. Bu yeni teknoloji potansiyel kullanılabilirlik açısından şu gelişmelere yol açmıştır;

- 1- Hastalık yapıcı etki ve kullanım sonrası etkinlik süresini artıran gelişmeler,
- 2- Organizmanın topluluklar üzerine yönlendirilmesi (hedefleme),
- 3- Biyolojik silahlara karşı korunma,
- 4- Non-patojen mikroorganizmalardan patojen mikroorganizmaların genetik modifikasyonla üretilerek belirlenmesinin zorlaştırılması,
- 5- İmmun yanıtın modifikasyonu ile patojene karşı duyarlılığın değiştirilmesi,
- 6- Biyolojik ajanların temel özelliklerini algılayan dedektörlerin üretilmesi.

Bunları gerçekleştirilmede; hücre kültürü ve fermentasyon, organizmanın seçimi, düz ya da çapraz bağlı biyopolimer ile kaplanma, genetik mühendisliği, aktif-pasif bağışıklama ve tedavi, monoklonal antikor üretimindeki özgün gelişmeler rol oynamıştır.

Biyolojik Silahlardan Korunma: Biyolojik silahlardan korunma birbiriyle bağlantılı beş aşamadan oluşmaktadır;

Önleme: Biyolojik silahların kullanılmasını engellemek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Uluslararası silahsızlanma ve teftiş rejimleri biyolojik ajanların biyolojik savaş durumunda üretimini ve kullanımını caydırmaktadır. İstihbarat çalışmaları sonucunda potansiyel tehlikeler belirlenerek gerekli önleyici tedbirler alınabilir. Doğal olarak ortaya çıkan ajanlara karşı aşılama önemli bir önlemdir, ancak genetik mühendisliği ile bu aşılamanın etkisini sınırlayan ajanlar üretilmiştir.

Belirleme: Körfez savaşı sırasında Birleşik Devletler ve müttefik güçler güvenilir bir biyolojik ajan keşif sisteminin yokluğunun endişesini yaşamışlardır. Bununla birlikte birkaç keşif sistemi geliştirilmiştir;

- SMART (Sensitive Membrane Antigen Rapid Test)



Resim: Gaz maskeleri a) Yetişkin tipi, b) Çocuk tipi.

- JBPDS (Joint Biological Point System)
- BIDS (Biological Integrated Detection System)
- IBAD (Interim Biological Agent Detector)

Korunma: Biyolojik ajanlara karşı korunma yöntemleri sınırlıdır. Koruyucu elbiseler, maskeler kısa süreli koruma sağlayabilirler. Bununla beraber, şarbon gibi etkinliğini uzun süre koruyabilen kimi ajanlar için bu tedbirler sadece ilk aşamada faydalı olabilirler. Şarbon aşısının solunum yolu ile bulaşan akciğer şarbonuna etkili olduğuna dair bilimsel çalışmalar olmamakla beraber laboratuvarlarda mikroorganizmalarla çalışanlar, stratejik yerlerde görev yapan askeri birlikler, enfekte hayvanlarla temas eden kişiler gibi risk grupları mutlaka aşılmalıdır. Biyolojik ajanları saptamaya yönelik tarama testleri de uygulanmaktadır, mesela; şarbon için PCR ile bakteri DNA' sının tespiti, şarbon basillerine maruz kalındığını ortaya koyarken DNA' nın tespit edilememesi enfeksiyonu ekarte ettirmemekte, profilaktik antibiyotik tedavisi hayat kurtarıcı olmaktadır.

Açılmamış şüpheli mektup ya da "şarbon" gibi tehdit mesajı taşıyan paketlere nasıl yaklaşılması gerektiği Amerikan Hastalık Kontrol ve Korunma Merkezleri (CDC) tarafından şu şekilde açıklanmıştır;

- a) Zarfı sallamayın ve açmayın,
- b) Zarfı plastik bir torbanın ya da akma ya da sızıntıyı engelleyecek bir kabın içine koyun,
- c) Eğer torba ya da kap bulamazsanız, zarfı her hangi bir şeyle (kağıt, örtü vb) örtün,
- d) Bulduğunuz odadan çıkın, kapıyı sıkıca kapatın ve başkalarının girmesini engelleyin,
- e. Ellerinizi su ve sabunla iyice yıkayın,
- f. Güvenlik birimlerini olaydan haberdar edin,
- g. Eğer zarf içindeki toz yere dökülür ya da üstünüze bulaşırsa; derhal dökülen tozun üstünü örtün ve odadan çıkın, toza bulaşmış

giysilerinizi çıkartın ve bir torbaya koyup ağzınızı sıkıca kapatın..

Tedavi: Tedavi yöntemleri enfeksiyon gelişen kişilerde maruz kalınan ajanın belirlenebilmesine bağlıdır. Eğer belirlenemiyorsa geniş spektrumlu yüksek doz antibiyotik tedavisi uygulanmalıdır. Ajanın saptanması durumunda ise duyarlı antibiyotikler seçilerek tedaviye başlanmalıdır. Örneğin şarbon etkeni saptanmışsa; her iki saatte bir, iki milyon ünite penisilin tedavisi uygulanabilir. Toksinlere karşı uygun antidotlar varsa kullanılmalı, yoksa destek tedavisi uygulanmalıdır.

Dekontaminasyon-Temizleme: Zamanla dağılarak etkilerini yitiren kimyasal silahların tersine biyolojik silahlar zaman geçtikçe etkilerini artırıp çoğalabilirler. Şarbon toprakta en az kırk yıl aktif olarak kalır ve çevre koşullarına karşı dirençlidir. Bu nedenle biyolojik savaş ajanlarının etkilerinin ortadan kalkması yıllar alabilir.

Biyolojik Savaş Ajanlarının gelişmesi ile birlikte dünyada bu silahların kullanım ve üretimini sınırlamak amacıyla 1925 yılında Cenova Protokolü, 1972 yılında Biyolojik Silahlar Konvansiyonu (BWC-Biological Weapons Convention) imzalanmış, farklı tarihlerde bu konvansiyonun gözden geçirildiği toplantılar yapılmıştır. İnsanların bu tür silahların yapımını düşünmeleri bile ürkütücüdür. Ancak bunun artık bir düşünce olmanın ötesine geçtiği, bazı ülkelerde bu silahların yüksek miktarlarda depolandığı da bir gerçektir.

Dünya klonlanma etiğini tartışırken asıl sorun olan genetik mühendislik yöntemi ile geliştirilmiş biyolojik silahlar gözden uzak kalmıştır. Olası bir biyolojik silah saldırısına karşı, yüksek teknik eğitim almış ekiplerin kurularak uluslararası işbirliği ile potansiyel biyolojik silah üretici ve kullanıcılarının yakından izlenilmesi, hastanelerde bu tip saldırılar için özel donanımlı servisler oluşturulması, yapılacak olan ulusal felaket planlarının bir parçası olmalıdır.

Dünya Tabipler Birliği 1990 yılında, 42. Oturumu'nda Kimyasal ve Biyolojik Silahlar Konulu Bildirgeyi kabul etmiş, Tokyo Bildirgesi ile de sağlık hizmeti vermesi beklenen hekimlerin, kimyasal ve biyolojik silahların araştırılmasına katılmasını, kişisel ve bilimsel bilgilerini bu silahların keşfi ve üretiminde kullanmalarının etik olmadığını bildirmiştir.

Kaynaklar

- 1- www.ocean.ic.net/ftp/doc/disaster/bio/biowfaq.html (20.10.2001)
- 2- www.tufts.edu/departments/fletcher/multi/texts/BH596.txt (20.10.2001)
- 3- www.fas.org/nuke/intro/bw/ (20.10.2001)
- 4- Sağlıkla İlgili Uluslararası Belgeler, Türk Tabipleri Birliği Yayını, 1998:42