

GEN TEKNOLOJİLERİ VE ULUSAL GÜVENLİK

Cengiz YAKICIER*

This essay deals with the new developments in physics, mathematics and biology with a special emphasis on genetic technologies. These technologies, as it is argued in this essay, offer a wide area of practice especially in the domain of security. Particularly, biological weapons could pose great dangers on societies' security.

Son yirmi yılda fizik, kimya, matematik ve biyoloji alanlarında önemli gelişmeler olmuştur. Temel bilimlerdeki bu birikim, bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ve disiplinler arası etkileşim daha da artarak, yeni bulgulara erişme hızını exponansiyel olarak arttırmıştır. Gen teknolojileri bu gelişmelerden en çok faydalanan disiplinlerden biri olmuştur. Bütün bu ilerlemelerin misyonu insan hayatını tehdit eden kanser, AIDS gibi hastalıklara karşı tanı ve tedavi çözümleri bulmak ve insanların yaşam kalitesini arttırmaktır.

Rekombinant DNA teknolojileri sayesinde canlıların genetik yapısını değiştirmek mümkün hale gelmiştir. Uzun zamandan beri bakteri gibi tek hücreli canlılar genetik yapıları değiştirilmek suretiyle, normal olarak üretmedikleri proteinleri üretmekte kullanılmaktadır. Rekombinant DNA teknolojileri kullanılarak, yüzden fazla ilaç ve aşı geliştirilmiş, 350 civarında yeni molekül de klinik denemelerde ileri aşamalara gelmiş bulunmaktadır. İlaç üretiminin yanı sıra genetik değişiklikler yapılarak mikroorganizmaların ticarî değeri olan polimer ve alkaloid gibi maddeleri üretmesi de sağlanmaktadır.

Mikroorganizmalar yüzlerce yıldır yoğurt ve peynir üretiminde olduğu gibi gıda sektöründe de kullanılmaktadır. Günümüzde bazı ülkelerde genetik yapısı değiştirilmek suretiyle bazı parazitlere dirençli hale getirilmiş, verimi artırılmış mısır ve pirinç gibi bitki türlerinin tarımı yapılmaktadır. Bu sayede, çevreyi kirleten tarım ilaçlarının kullanımını azaltılırken verim artırılarak hızla artan dünya nüfusunun artan besin ihtiyacı karşılanabilecektir. Genetik yapısı değiştirilen mikroorganizmalar endüstriyel atıkların temizlenmesinde de kullanılabilir.

* Yard. Doç. Dr., Bilkent Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilgen, Genetik ve Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi

Avrasya Dosyası, Moleküler Biyoloji ve Gen Teknolojileri Özel, Sonbahar 2002, Cilt: 8, Sayı: 3, s. 120-126.

Petrol tankerlerinin kazaları sonucu denizlere dökülen petrol, bununla beslenen bakteriler kullanılarak çevreye zararsız hale getirilmektedir.

Bitki örneğinde olduğu gibi bugün artık sadece tek hücreli canlılar değil çok hücreli canlıların ve hatta, hala bazı sorunlar olmakla birlikte, insanın genetik yapısını değiştirmek mümkün olmaktadır. Virüsler genetik yapıları değiştirilmek suretiyle insanlara ve diğer canlılara herhangi bir genin aktarılmasında aracı olarak kullanılmakta, yani bu canlıların genetik yapısı virüs gibi taşıyıcılar aracılığıyla değiştirilebilmektedir. Bu şekilde genetik yapısı değiştirilmiş virüslerin gen tedavisinde kullanılması düşünülmüş, bu güne kadar tedavisi hayal bile edilemeyen hastalıkların bu teknoloji yardımı ile tedavisi için araştırmalar başlamıştır.

Gen teknolojilerindeki gelişmeler biyolojik savaş ajanlarını daha etkin hale getirmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi gen teknolojilerinin bilinçli kullanımının insan yaşamı üzerine direkt ve dolaylı olumlu etkileri olmaktadır, ancak insanlar ilk çağlardan beri bilim ve teknoloji alanlarındaki gelişmeleri başkalarına üstünlük sağlamak için de kullanmışlardır.

Biyolojik ajanlar ilk çağlardan beri savaşlarda düşmanı zayıflatmak, etkisiz hale getirmek için kullanılmıştır. Bu konudaki ilk ciddi kayıtlar 14. yüzyılda da Tatar'ların Kaffa kuşatması esnasında veba hastalığından ölen askerlerini mancınık ile şehre fırlatmak ve orada veba salgınını yaymak suretiyle şehri ele geçirdiklerini yazmaktadır. Daha sonra aynı biyolojik ajan Ruslar tarafından İsveçlilere, çiçek hastalığı da İngilizler tarafından kuzey Amerika'daki kıızılderililere karşı kullanılmıştır. 20. yüzyılda biyolojik savaş bir bilim haline gelmiştir. 1. Dünya savaşı esnasında Almanlar insan ve hayvanlarda hastalığa yol açtığı düşünülen pek çok mikroorganizma geliştirmiş ve kullanmıştır ancak, bu metod ile askeri başarı sağlayıp sağlayamadıkları açıklığa kavuşmamıştır. 2. Dünya savaşı sırasında ise Japonlar Rusya, Moğolistan ve Çin'de biyolojik silahlar kullanmış, 1000 den fazla tutuklunun gene bu ülkede biyo-ajanlarla yapılan deneyler esnasında yaşamlarını yitirdikleri ileri sürülmüştür(1). 2. Dünya savaşını takiben ABD, Kanada, ve İngiltere bu konudaki çalışmalarını arttırarak sürdürmüş, 1969 yılında ABD ve kısa bir süre sonra Kanada, ve İngiltere de biyolojik silah çalışmalarına son vermişlerdir(2). 11 Eylül saldırılarını takiben Amerika'da bazı şarbon vakalarının ortaya çıkması üzerine tekrar dikkatler biyolojik silahlar üzerine yoğunlaşmıştır.

Biyolojik silahların en önemli avantajları diğer silahlara göre yüzlerce kat ucuz ve kolay elde edilebilir olmalarıdır. Washington şehri

üzerine uygun hava koşullarında bırakılan 100 kg. kadar antraks basili 1-3 milyon kadar insanın hastalanmasına sebep olurken, 750 000 - 1 900 000 insanı etkisiz hale getirebilmek için 1 megatonluk bir nükleer başlığa ihtiyaç olması bu biyolojik ajanların etkinliğinin göstergesidir(1). Diğer taraftan bir grup biyolojik silah uzmanı 1969 yılında bir panelde, 1 kilometrekarelik alandaki insanları toplu halde öldürmek için yapılması gereken masrafın konvansiyonel silahlar için 2000\$, nükleer silahlar için 800\$ ve biyolojik silahlar için sadece 1\$ olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeple biyolojik silahlar fakir ülkelerin 'atom bombası' olarak da adlandırılmaktadır.

Biyolojik silahların diğer önemli avantajları da biyolojik atak ile semptomların ortaya çıkması arasında önemli bir zaman farkının bulunmasıdır. Bu da büyük bir popülasyonun farkında olmadan yavaş yavaş enfekte olmasına ve enfekte olan insanların da hastalığı diğer insanlara bulaştırmasına yol açmaktadır. Bu sayede biyolojik ajanın etki alanı ve etki süresi ajanın kullanımından sonra giderek artabilmektedir. Bu ajanlar kolaylıkla gündelik kullanımdaki hijyen malzemeleri veya açık ve paketlenmiş gıda maddeleri ile de çok sayıda insana hiç farkında olmadan ulaştırılabilmektedir.

Değişik mikroorganizmalar biyolojik silah olarak kullanılabilirler; şarbon ve veba etkenlerinin yanı sıra difteri, menenjit, Q-ateşi bakterileri, Lassa ateşi, Marburg ateşi, influenza virüsleri gibi ajanlarda biyolojik silah olarak kullanılabilirler (1,2).

Biyolojik silahlar sadece insanlara karşı değil, bir ülke için ekonomik değeri olan pamuk, tütün ve mısır gibi bitkilere veya hayvanlara karşı da kullanılabilirler.

Hiç kuşkusuz gen teknolojilerindeki gelişmeler biyolojik silahları daha da tehlikeli hale getirecektir. İnsan genomu projesinin sonucu olarak bağışıklık sisteminde rol oynayan genlerin ve bunların fonksiyonlarının ortaya konması, bundan kaçabilecek daha dirençli organizmaların geliştirilebilmesine yol açabilecektir. Otomasyon sistemlerinin ve endüstriyel boyutta fermantasyon ve kültür proseslerinin geliştirilmesi sayesinde çok daha kısa zamanda önemli miktarlarda bakteri, virüs veya toksin gibi biyolojik ajanların elde edilebilmesini mümkün olabilecektir. Mikro-organizmaların genomlarını oluşturan DNA dizilerinin belirlenmesi sonucu hastalık oluşturma mekanizmaları daha iyi anlaşılabilmiş ve daha önceden zararsız olduğu bilinen mikro-organizmalar, hastalıktan sorumlu bir genin nakli ile hastalıklara yol açabilecek biyo-ajanlar haline dönüştürülebilecektir. Benzer şekilde antibiyotiklere direnç mekanizmalarında rol oynayan genlerin bulunması, söz konusu genlerin dirençsiz mikroorganizmalara nakli sonucu

bu mikroorganizmaların daha önce etkili antibiyotiklere karşı direnç kazanmalarına sebep olabilecektir. Isı, ışık, ultraviyole gibi çevresel etkenlere dayanıklı hale getirilmiş mikroorganizmalar ve bunları daha etkin bir şekilde yaymak için geliştirilen stratejiler (aerosol vb. gibi) bu silahların gücünü daha da arttıracaktır.

Bütün bu negatif etkilerin yanı sıra biyoteknoloji alanındaki gelişmeler biyolojik ajanlara karşı savaşta önemli pozitif adımların atılmasına da katkıda bulunmaktadır.

Biyolojik savaş ajanlarına karşı korunma, erken tanı ve tedavi yöntemlerinde gelişmeler kaydedilmektedir.

Yeni geliştirilen geniş spektrumlu antibiyotik ve antiviral ajanlar hem konvansiyonel hasta tedavisinde hem de biyolojik savaş tehdidi karşısında önemli bir silah olarak doktorların elinde bulunmaktadır. Antraks, veba, tularemi vb patolojilere yol açan ve bazı türlerinin biyolojik silah olarak kullanılabilirdiği bu hastalık etkenlerinin genetik yapısının çözülmesi ve aşı teknolojilerinin geliştirilmesi bunlara karşı daha etkin aşuların kısa sürede üretilmesine olanak sağlamaktadır. 11 Eylül'den hemen sonra ABD ve Kanadalı bilim adamları tarafından antraks basilinin toksinini tanıyan ve insan hücrelerinde bulunan bir reseptör bulunmuş (3), hemen arkasından da bu basile karşı bugüne kadar elimizde bulunan antibiyotiklerden çok daha etkili bir bakteri öldürücü ajan geliştirilmiştir (4).

Aynı zamanda, tarım biyoteknolojisi ile uğraşan bilim adamları, genetik yapısı değiştirilmek suretiyle aşı içeren meyve ve sebzeler üzerine çalışmakta, böylece bu ürünleri yiyen geniş halk kitlelerinin kısa süreli de olsa söz konusu etkenlere karşı korunması planlanmaktadır (5). Biyo-ajanların genetik yapısının çözülmesi bu organizmaların zayıf taraflarının, değişik özelliklerinin daha iyi tanınmasına ve bu bilgi kullanılarak daha özgün tedavi edici yöntemlerin; yeni antibiyotiklerin, antikorların, DNA veya RNA bazlı tedavi edici moleküllerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Mikroorganizmaların yapısına yönelik bu bilgiler tedavi yöntemlerinin yanı sıra yeni tanı metodlarının da geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Günümüzde ajanlara özgün monoklonal antikorlar sayesinde test metodları geliştirilmiş olup, antraks ve çiçek gibi enfeksiyonları 1 saatte erken bir zamanda tanıyabilen immünojenik yöntemler bulunmaktadır. Antraks basilinin yol açtığı reaksiyonu tanıyan bir antikör nükleer tıp araçları kullanılarak bu hastalığın tanısında kullanılmaya başlanmıştır (6).

Biyoteknoloji, bilgisayar ve robot teknolojisindeki gelişmeler sayesinde sadece biyolojik atağa maruz kalan kişilerin tanı ve tedavileri alanında değil atağın erkenden saptanması ve canlıları enfekte etmeden önce biyo-ajanın etkisiz hale getirilebilmesi için erken uyarı sistemlerinin de geliştirilmesi mümkün olacaktır. Bu amaçla geliştirilen değişik taşınabilir sistemler atmosferden sabit aralıklarla örnekler almak suretiyle 30 dakikada önceden seçilmiş ajanları tanıyabilmekte veya ajanın DNA dizilerini tespit etmek suretiyle türünü tanımlayabilmektedir. Söz konusu sistemler örneğin laboratuara yollanması sürecindeki zaman kaybını önleyerek bu çok değerli zamanın kontamine bölgenin boşaltılması, aşılama gibi biyo-ajanın bulaşmasını önleyici tedbirler alınarak atağın bertaraf edilmesinde kullanılmasını sağlayabilmektedirler.

Yukarıda sayılan önlemlerin dışında bazı biyoteknoloji firmaları özel enzimler yardımıyla biyo-ajanı ortamda etkisiz (hastalık yapamaz) hale getirmek yada ajanın biyolojik zarlardan kan dolaşımı gibi etkili olduğu biyolojik kompartmanlara geçmesini engellemek suretiyle, ortamda bulunsa dahi, canlılarda enfeksiyon geliştirme yeteneğini ortadan kaldırmak gibi değişik yaklaşımlar geliştirmektedir. Bu uygulamalara bir örnek olarak mikroorganizmalara spesifik monoklonal antikorların kullanımını verebiliriz. Bilinen bir mikroorganizmanın silâh olarak kullanıldığının tespit edilmesinden hemen sonra özgün monoklonal antikorların kullanılması hastanın bağışıklık durumu ne olursa olsun önemli oranda koruyuculuk sağlayabilmektedir, antrax, tularemi ve veba gibi ajanlara karşı özgün monoklonal antikorlar geliştirilmektedir (7).

Biyolojik Savaş Tehdidi ve Ulusal Güvenlik Politikaları

20. yüzyılın başlarında biyolojik silahların kullanımının artması, asker ve sivil halk üzerine olumsuz etkilerinin görülmesi ile zamanla toplumlar bu konuda bilinçlenerek silahsızlanma ile ilgili önemli adımlar atılmasını sağlamıştır. Öncelikle 1925 yılında ABD dışında pek çok ülke savaşlarda biyolojik ve kimyasal silahların kullanımını yasaklayan Cenevre protokolünü imzalamıştır (8). Daha sonra 1972 yılında ABD dahil 140 ülkenin imza koyduğu BTWC anlaşması (Biological and Toxin Weapons Convention) imzalanmıştır (9). Bu gelişmelere rağmen biyolojik silahların kitle ölüm araçları olarak günümüzde hala kullanıldığı kabul edilmesi güç de olsa bir gerçektir. Günümüzde en az 12 ülkenin biyolojik silah bulundurduğu veya bu silâhlara karşı savunma sistemleri geliştirmek amacıyla biyolojik silah olarak kullanılabilen mikroorganizmalara sahip oldukları bilinmekte, ancak asıl

tehlikenin biyolojik silâhların terörist guruplarca sivil halka karşı kullanılma ihtimali olduğu düşünülmektedir (10). Sivil halkın askeri kuvvetlere göre korunmasının çok daha zor ve masraflı olduğu ve kayıpların boyutlarının çok daha vahim olacağı aşikardır.

Başta Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olmak üzere gelişmiş ülkeler çağımızın utancı olan bu tehdide karşı eli kolu bağlı olarak beklemek yerine aktif olarak çareler aramaktadırlar. Biyolojik silâhlara karşı korunma yöntemlerini geliştirmek için sadece ABD kongresi CDC (Centers for Disease Control and Prevention) adlı kuruluşa 1999 yılında 121 milyon \$, 2000 yılında NIH (National Institute of Health) ve CDC ye 277.6 milyon \$, 2002 yılında 1.4 milyar dolar (400 milyon \$ araştırmalar için, 1 milyar \$ lık bir bütçe de araştırma dışında biyolojik bir atağa karşı hazırlıkların yapılması için) ayırmıştır (11). 2003 yılında ise sadece NIH'e bağlı bir kuruluş olan NIAID'in (National Institute of Allergy and Infectious Diseases) bütçesi 1.5 milyar \$ (12), biyolojik teröre karşı savunma için başkanlık bütçesi toplam 4.5 milyar \$ olarak belirlenmiştir (13). ABD'de çok sayıda nasyonal ve lokal kurumlar biyolojik silah ataklarının önlenmesi, atağın erkenden algılanması, gerekli koruyucu ve tedavi edici önlemlerin alınması, bu konuda araştırmalar yapılarak eksik yönlerin tamamlanması için birlikte çalışmaktadır. Ayrıca ülke çapında, bölgesel ve lokal kurumlar aracılığı ile, sağlık kurumlarının personelleri, polis, itfaiye teşkilatı, sivil savunmada görevli personel ve halk eğitilmekte, ani bir atak için aşı, ilaç ve deteksiyon aletleri gibi sağlık gereçleri depolanmaktadır.

Türkiye, jeopolitik konumu, buna ek olarak Asya ve Ortadoğu'da üstlendiği roller nedeniyle ABD veya İsrail'den daha az biyolojik atak tehdidi altında sayılamayacak bir konumdadır. Bu durum Türkiye'nin biyolojik savaş tehdidinde en az bu ülkeler kadar hazır olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin biyoteknoloji alanında yapacağı yatırımlar sayesinde biyolojik savaş tehdidinde karşı kendi teknolojisinin ürünü güvenilir aşı, antibiyotik, antidot, teşhis kit ve deteksiyon aletleri ile hazırlanması gereği ulusal güvenlik açısından kaçınılmazdır.

Kaynaklar:

1. Osterholm M.T. *Bioterrorism: A Real Modern Threat, Emerging Infections*. Chapter 13. ASM Press, Washington D.C. 2001.
2. Alibek, K., and S. Handelman. *Biohazard: the Chilling True Story of the Largest Covert Biological Weapons Program in the World—Told from the Inside by the Man Who Ran It*. RandomHouse, Inc., New York, N.Y., 1999.
3. Bradley K. A., Mogridge j., Mourez M., Collier J. R.& YOUNG J. A. T. "Identification of the Cellular Receptor for Anthrax Toxin", *Nature 2001*, ss. 414, 225-229.
4. Schuch, R., Nelson, D. & Fischetti, "V.A. A Bacteriolytic Agent that Detects and Kills *Bacillus Anthracis*". *Nature 2002*, ss. 418, 884 – 889.
5. Giddings G. *Transgenic Plants As Protein Factories*. *Curr Opin Biotechnol*. 2001, 5:450-454.
6. Bonn D. Anthrax update. 2002 *The Lancet Infectious Diseases* 2002,2:64
7. Casadeval A. Passive antibody administration (immediate immunity) as a specific defense against biological weapons. *Emerg Infect Dis*. 2002, 8:833-41
8. <http://www.fas.harvard.edu/~hsp/geneva.html>
9. <http://www.fas.harvard.edu/~hsp/biologic.html>
10. Commission to Assess the Organization of the Federal Government to Combat the Proliferation of Weapons of Mass Destruction. 1999. *Combating Proliferation of Weapons of Mass Destruction*.
11. <http://www.twq.com/02summer/katz.pdf>
12. Special Reports. *Naturejobs* 416, 18 Nisan 2002, ss. 4-5.
13. <http://usinfo.state.gov/topical/pol/terror/02020508.htm>