

# Biyolojik Silah Denetimi

Biyolojik silahlar, diğer kitle imha silahlarından farklı özelliklere sahipler. Düşük maliyetlerinin (1 km<sup>2</sup>'de aynı etkiyi gösterecek maliyetler: nükleer silah, 800 dolar; kimyasal silah, 600 dolar; biyolojik silah, 1 dolar) yanısıra üretim ve gizlenme kolaylığı, birçok ülkenin biyolojik silahlara ilgi duymasının nedeni.

Kitle imha silahlarını denetleyen uluslararası kuruluşların, biyolojik silahları saptamada diğer silahlara oranla daha çok çalışmaları ve dikkatli olmaları gerekmektedir. Zira bir nükleer silah üretim etkinliği (programı) kendine özgü karmaşık altyapısıyla hemen saptanabilirken, biyolojik silah üretimi altyapısının, sivil amaçlarla biyoteknoloji etkinliklerinde kullanılması saptamayı zorlaştırmakta. İyi donanımlı bir mikrobiyoloji laboratuvarı ve normal bir eğitime sahip teknik elemanlarla, biyolojik silahlarda kullanılacak patojenleri büyük miktarlarda üretmek zor görünmüyor.

Ancak bunun gerçekleşmesi için uygun bakteri, virüs soylarına sahip olunması, geniş ölçekte üretim, ürünün uygun koşullarda saklanması, silahlarda kullanılacak hale getirilmesini ve çalışmaların güvenliğini sağlayacak donanımın varlığı, nitelikleri, üretim için gerekli sarf malzemelerinin temin ve kullanım kayıtları, denetleyiciler için önemli ipuçları veriyor.

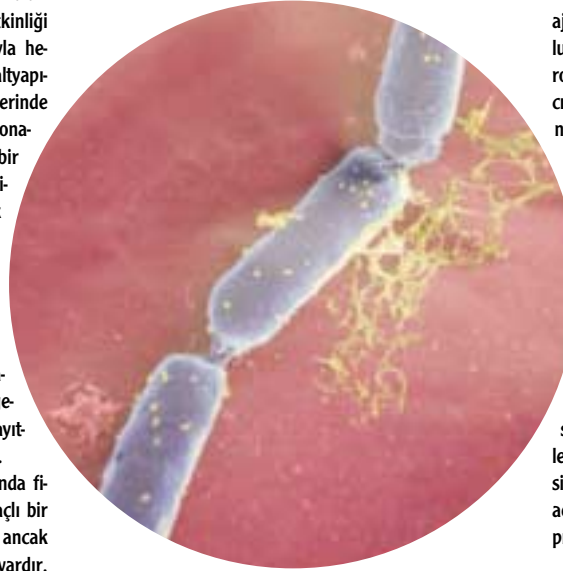
Üretim yeri tasarımı, üretim amacı hakkında fikir verebilir; örneğin ilaç veya aşı üretim amaçlı bir tesisle, silah üretim amaçlı bir tesis arasında, ancak uzman gözünden kaçamayacak küçük farklar vardır.

Bir biyolojik silah maddesi üretiminde tüm güvenlik önlemleri, elde edilen üründen çevreyi korumaya yöneliktir. Oysa askeri savunma amaçlı bile olsa bir aşı, antibiyotik, antiviral ajan üretim alanında amaç, ürünü çevreden gelebilecek kirlilikten korumaktır.

Sağlık amaçlı biyofarmasötik ürün eldesinde saflaştırma, önemli yer tutar. Yüksek saflıkta ürün için gerekli özel basınçlı mekanlar, steril hava sistemleri, soy gaz itim düzenekleri, kapatma düzenekleri, saf sudan elde edilen temiz buhar gibi unsurlar, insan sağlığına yönelik çalışmaların işaretlerini oluşturur.

rurlar. Buna karşılık biyolojik saldırı ajanları, aşı ve tedavi amaçlı ürünlere göre daha kararlıdır (zor bozulurlar) ve bu nedenle ileri saflaştırma yöntemlerine gereksinim duyulmaz.

Biyolojik ajanların, depolanma ve paketlenme amaçlı olarak önce ultrafiltrasyon, çöktürme gibi yöntemlerle yoğunlaştırılmaları ve liyofilizasyon (sıvı hale getirmeden gaz haline getirme işlemi), doğru dairesel püskürtme, vb. yöntemlerle kurutulmaları ge-



rekir. Bakterilerin liyofilizasyonla kurutulmaları, tekrar uygun ortamlara geldiklerinde üremeye başlayabilmeleri nedeniyle yeğlenen bir yöntem. Ayrıca sıvı nitrojen (-196°C) ya da mekanik derin dondurucularda (-70°C) saklanabiliyorlar. Toksik ajanları liyofilizasyonla toz haline getirildikten sonra, kapsül içine alınıyor. Biyolojik silah ajanlarının hazırlanmasında bu son aşamanın yapılmaması, ayrırcı bir nokta olarak görülebilir.

Bunun yanında, saklama sürecinde mikroorganizmaların korunması için poliglukol, dimetilsulfoksit gibi birçok kimyasala da gereksinim duyulur.

Mikroorganizmaların çoğaltımı kültür, fermentasyon, viral replikasyon (kopyalama), toz haline getirme gibi süreçler gerektirir.

Virüsler ve rickettsia (bir bakteri türü), ancak hücre içinde çoğaldıklarından, üretimleri için hayvan doku kültürü veya tavuk embriyoları kullanılır.

Geniş ölçek virüs, bakteri, toksin üretimi için hücre büyüme odaları, canlı hayvanlar ve fermentörlerden yararlanılır.

Toz haline getirme ve öğütme, biyolojik silah ajanları için gerekli. Bunların insanlara solunum yoluyla geçebilmesi için, parçacık boyalarının 10 mikrondan daha küçük olması önemli. Bu boyda parçacık üretimiyle ilgili sistemler, biyolojik silah üretimini düşündürülebilir.

Bakterilerin geniş ölçekte ürettiği fermentörler, tek hücre proteinlerinin üretiminden hücre çoğaltımına kadar, değişik biyoteknolojik amaçlarda kullanılan araçlar ve birçok değişik tipleri var.

Biyolojik silah üretiminde kullanılan fermentörlerin en önemli özelliklerinden biri, yüksek kapasiteli olmaları (5000 litre ve üzeri).

Bunların dışında hava kompresörleri, hava tankları, parçacık geçirmez ve havalandırılmalı giysiler, yüksek kapasiteli otomatik beslemeli santrifüjler, çelik ve titanyum temelli malzemeler, aerosol sistemleri, en üst güvenlik dereceli, steril kabinler, aerosol inhalasyon odaları, biyolojik silah üretimi yapıldığına dair önemli kanıtlar oluşturabilirler.

Buna ek olarak üretimde kullanılan girdilerin (özel bakteri soyları, sıvı ve katı bakteri üretim ortamları, katkı maddeleri, stoklama kimyasalları, vb.) miktarlarıyla üretilen ilaç, aşı çıktı miktarlarının karşılaştırılması, ülke koşullarıyla üretilen ilaç ve aşılardan cins ve miktarlarının uyumu, üretim bölgelerinde alınan örneklerde patojenlere, virüs veya toksinlere rastlanması da, denetleyiciler için önemli bilgilerdir.

Prof. Dr. Beyazıt Çırakoğlu  
Marmara Üniv. Tıp Fakültesi,  
TÜBİTAK MAM, GMBAE

