

## Derleme / Review

# Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve biyogüvenlik

Iraz HASPOLAT

Ankara Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Tandoğan, Ankara

**Özet:** Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)'ların doğada yetişen diğer bitkilerden farklı olarak kendi türlerine ait olmayan genleri taşımaları, son yıllarda bu ürünlerin muhtemel risklerini gündeme getirmiştir. GDO'lar, aktarılan yeni gen ürünlerini ve onlardan kaynaklanan sekonder metabolitleri içerdiğinden, potansiyel bir riske sahiptir. Bitki biyoteknolojisi, üretim stabilitesini artıracak, tüketicilere beslenme faydaları sağlayacak, yoğun tarımın çevresel etkilerini azaltacak, ilaçlara ve aşıların erişilebilirliğini artıracak bitkiler üzerine odaklanmalıdır. İnsan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve ekolojik çeşitliliğin korunması için Biyogüvenlik Kanunu'nun işlevselliği sağlanmalıdır.

Anahtar sözcükler: Biyogüvenlik, genetiği değiştirilmiş organizma

## Genetically modified organisms and biosecurity

**Summary:** As genetically modified organisms (GMOs), different from other plants grown in nature, have genes which do not belong to their own species, potential risks of these crops have brought up in recent years. Because GMOs include new transformed gene products and seconder metabolites, they have a potential risk. Plant biotechnology should focus on plants that will improve production stability; give nutritional benefits to the consumer; reduce the environmental impacts of intensive agriculture, and increase the availability of pharmaceuticals and vaccines. Functionality of Biosecurity Legislation should be performed in order to protect the health of human, animal and plant, environment and ecological variability.

Key words: Biosecurity, genetically modified organism.

## Giriş

Bitkisel üretimin artırılması, üretim alanlarının genişletilmesi veya birim alandan elde edilen verimin artırılmasıyla mümkündür. Birim alan veriminin artırılması için bir yandan bitkilerin genetik yapılarının iyileştirilmesi, bir yandan da yetiştirmede kullanılan tarım tekniklerinin iyi bir şekilde uygulanması gerekir. Son yüzyılda bitkisel üretimde uygulanan gübreleme, sulama, hastalık ve zararlılarla mücadele için kullanılan kimyasalların verimde büyük artışlar sağlanmasına karşın, bu uygulamaların özellikle bilinçsiz bir şekilde yapılmasının uzun dönemde yeryüzündeki ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu durumda bitkisel üretimde verim artışlarının daha çok bitkilerin genetik yapılarının ıslahı ve kullanılan girdilerin daha bilinçli bir şekilde uygulanması ile sağlanabileceği ortaya çıkmaktadır (17).

Günümüzde özellikle insan beslenmesinde önemli yeri olan ürünlerde genetik çeşitliliğin sınırlarına yaklaşılmıştır. Bitkiler, tek bir hücreden bütün organları tam bir organizmanın gelişebilmesi anlamına gelen ve "totipotensi" adı verilen özellikleri nedeniyle petri kapları içerisinde steril şartlar altında herhangi bir organlarından

yetiştirilebilmektedir. Bitkilerin sahip oldukları bu özellik sayesinde, *in vitro* şartlarda herbisitlere, ağır metallere, tuza ve düşük sıcaklıklara tolerans veya hastalıklara dayanıklılık gibi karakterler bakımından seleksiyon mümkün olmaktadır (20).

Klasik ıslah, istenen karakterleri belirleyen genlerin bir genotipte toplanabilmesi için oldukça uzun bir süreye gereksinim duymakta, büyük bir işgücü ve masrafi da beraberinde getirmektedir. Klasik ıslah yöntemleri ile aralarında melezleme yapılabilen türlerin sayısının az olması, başarıyı kısıtlayan önemli bir etmendir. Biyoteknoloji ise, doğada var olan genetik kaynakları herhangi bir sınır olmaksızın kullanabilmektedir. Geliştirilen yeni biyoteknolojik tekniklerin uygulanması ile izole edilmiş bir genin doğrudan aktarılması söz konusu olduğundan, öncelikle farklı türler ve cinsler arası gen aktarımında melezleme zorunluluğu ortadan kaldırılacağından, klasik ıslahta yabancı gen kaynaklarından yararlanmada en önemli engel olan doğal izolasyon, bir başka deyişle, kısırılık ve uyumsuzluk sorunu çözümlenmiş olmaktadır. Aktarılan bu genler, organizmaya yerleştirildikten sonra doğal bitki genleri gibi çalışmakta ve protein üretmektedirler (17).

### **Biyoteknoloji ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar**

Biyoteknoloji, "özel bir kullanıma yönelik olarak ürün veya işlemleri dönüştürmek veya meydana getirmek için biyolojik sistem ve canlı organizmaları veya türevlerini kullanan teknolojik uygulamalar" olarak tanımlanmaktadır. Modern biyoteknoloji ise "rekombinant DNA, nükleik asitlerin hücre veya organellere doğrudan enjeksiyonu, farklı taksonomik gruplar arasında uygulanan hücre füzyonu gibi tabii fizyolojik çoğalma ve rekombinasyon engellerini ortadan kaldıran ve klasik ıslah ve seleksiyon yöntemlerince kullanılmayan *in vitro* nükleik asit tekniklerinin tamamı" olarak ifade edilmektedir (6).

Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya mevcut genetik yapıya müdahale edilmesi yoluyla yeni genetik özellikler kazandırılmasını sağlayan bu modern biyoteknolojik tekniklere gen teknolojisi; gen teknolojisi kullanılarak doğal süreçler ile edinilmesi mümkün olmayan yeni özellikler kazandırılmış organizmalara da "*Genetik Yapıları Değiştirilmiş Organizma (GDO)*" adı verilmektedir (6).

Modern biyoteknolojik çalışmaların aşamaları sırasıyla, (i) istenen genlerin bulunması, (ii) karakterize edilmesi, (iii) izolasyonu ve (iv) hedef türe aktarılmasıdır. Bitkilere gen aktarımında kullanılan tekniklerin esasını; istenilen geni taşıyan bir DNA parçasının doku içerisindeki hücrelerin kromozomlarına yerleştirilmesi, daha sonra doku kültürü tekniklerinin kullanılarak bu hücrelerden transgenik bitkilerin elde edilmesi oluşturur.

Bitki biyoteknolojisinin amaçları ise; 1) Bitkilerin genetik haritalarını oluşturmak; 2) Vektör aracılığı ile ya da doğrudan gen aktarma teknikleri ile gen aktarımı; 3) Farklı organizmalarda bulunan genlerin bitkilere aktarılması, yeni özelliklere sahip çeşitler geliştirilmesi; 4) Bitkisel gen kaynaklarının, özellikle yabani türlerin korunması için genetik çeşitliliğin tam olarak belirlenmesi, genetik materyalin sınıflandırılması ve aynı materyalin toplanmasının önlenmesi; 5) Gen bankasına getirilen genetik materyalin, gen bankaları ya da kullanıcılar arasında sağlıklı bir biçimde taşınmasında nükleik asit teknolojisi ve diğer moleküler yöntemler kullanılarak hangi tip *in vitro* tekniğinin kullanılacağına karar verilmesi; 6) Önemli bitki türlerinde genetik yapının korunması; 7) Gen bankasına alınan genetik materyalin izlenmesi; 8) Gen bankasına alınan genetik materyalin DNA biçiminde saklanması; 9) Bitki ıslah programlarının kısa sürede tamamlanması; 10) Yabancı gen taşıyan melezlerde hızlı ve güvenilir seleksiyon sağlanması; 11) Yabancı kökenli DNA parçalarının yapılarının belirlenerek sadece istenilen kısımların kültür türlerine aktarılması ve istenmeyen gen geçişlerinin önlenmesidir.

### **GDO'ların Tarımdaki Yeri**

Dünyada GDO'lu olarak üretilen bitkilerin %99'unu soya, mısır, kolza, pamuk ve şeker pancarı oluşturmaktadır. Bunların yanında patates, domates, çeltik, buğday, balkabağı, ayçiçeği, yerfıstığı, bazı balık türleri, kasava ve papaya da GDO'lu olarak üretilmektedir. Muz, ahududu, çilek, kiraz, ananas, biber, kavun ve karpuz üzerinde de çalışmalar devam etmektedir (11).

GDO'ların tarımdaki kullanım amaçları şunlardır: 1) Tarımda kimyasal madde kullanımını azaltmak; 2) Tarım ürünlerinin besin değerini arttırmak, aromasını ve görünüşünü iyileştirmek; 3) Bitkilerin dayanıklılığını arttırmak; 4) Birim alandan daha fazla ürün almak (11). Dünyada toplam 25 ülke GDO'lu ekim yapılmaktadır. Dünya genelinde GDO üretimi artarken, Avrupa Birliği'nde üretim azalmaktadır. AB ülkeleri içerisinde en fazla üretim İspanya'da yapılmaktadır. Almanya'da ise Nisan 2009'da GDO üretimini yasaklamıştır. Avrupa Birliği'nde GDO üretimine izin veren ülkeler Çek Cumhuriyeti, Portekiz, Romanya, Polonya, Slovakya'dır (11).

### **GDO'ların Potansiyel Yararları**

*İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi:* İnsanlarda kullanılan gerek ilaç, gerekse aşılarda GDO'lar sayesinde hem daha ucuz, hem de daha güvenli bir şekilde üretilebilmektedir. İlaç üretimine en iyi örnek insülin'dir. Aşı alanındaki çalışmalar ise daha çok deneysel olup, şu anda mısır, tütün, kolza, patates gibi bitkilerde kuduz, veba ve hepatit gibi hastalıklara karşı çeşitli aşıları, bitkileri kullanarak üretmeyi içermektedir (17). Bu teknoloji, gıdaların besin değerlerinin artırılmasında da kullanılır. Bu uygulamanın temel amacı, insan sağlığı açısından önemli olan maddelerin yeterli seviyede üretilmesidir. Bu şekilde, gıda maddelerinde daha önceden var olmayan veya az miktarlarda üretilen çeşitli maddelerin üretimi artırmak veya yeni maddelerin üretilmesini sağlamaktadır.

*Tarımsal Uygulamalar Açısından Önemi:* Biyoteknolojinin tarımsal alandaki uygulamalarından en önemlisi, bitkilere zararlılara karşı dayanıklılık kazandırılmasıdır. *Bacillus thuringiensis*, böceklerin sindirim sistemlerine zarar vererek ölümlerine neden olan bir protein üretmektedir. Bu bakteri, ürettiği  $\delta$ -endotoksinler nedeniyle bitkilerin böcek zararından korunmasını sağlar. Bu bakterinin içerdiği endotoksin genlerinin ürünü olan "crystalline" proteinlerinin üretimine neden olan Bt geninin *B. thuringiensis*'ten izole edilerek domates, tütün, pamuk ve mısır bitkilerine aktarılması sonucunda böceklere karşı dayanıklılık sağlanmıştır (7, 15). Aynı şekilde, bürülmeden izole edilen "trypsin inhibitör (CpTi)" geninin aktarıldığı tütün bitkileri, tütün sürgün kurdu (*Heliothis virescens*) larvalarının saldırılarına karşı dayanıklılık göstermiştir (14). GDO'ların tarımdaki uygulamalarına bakıldığında, en büyük payı herbisitlere

karşı dirençli bitkilerin aldığı görülmektedir. Bu konuda en önemli başarılarından biri "acetolactate synthase (ALS)" geninin bitkilere aktarılması sonucunda "sulfonyllurea" herbisitine karşı dayanıklı transgenik bitkilerin üretilmesidir (10, 16).

**Çevre Üzerine Etkisi:** GDO'ların çevre açısından en önemli faydası çevre kirliliğine yol açan kimyasalların daha az kullanımına imkan sağlamalarıdır. Ayrıca endüstriyel gelişmenin bir sonucu olarak petrol ve türevi olan polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), toprak ve su kaynakları üzerinde büyük riskler oluşturmaktadır. Aslında, çevreye bulaşmış PAH'lar primer olarak bakteri ve mantarlarca parçalanır. Ancak, mikroorganizmalar hidrokarbonları tek başlarına sınırlı oranlarda metabolize edebilirler. Diğer organizmalardan transformasyon veya konjugasyon yoluyla aktarılabilen plazmit DNA'sı üzerine doğada var olan zararlı bileşikler parçalayabilme özelliğini belirleyen genler rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak eklenebilmektedir. Örneğin, *Pseudomonas* spp. bakterisinde naftalen, salisilat, kamfor, oktan, ksilen ve tolueni parçalama özelliklerinin plazmitler üzerinde kodlandığı bilinmektedir. PAH parçalayan plazmit veya gen parçalarının, rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bakterilere transferi, çevrenin daha kısa sürede hidrokarbonlardan temizlenmesinde yeni suşların ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır (17).

### **GDO'ların Potansiyel Zararları**

Genetiği değiştirilmiş tarımsal ürünlerin 1996 yılında dünya ticaretine girmesiyle birlikte, bu ürünlerin insan, hayvan, bitki ve çevreye olan etkilerine ilişkin tartışmalar başlamıştır. GDO'lu tohumlarda uygulanan patent hakları, çiftçiye tohum alıkoyma imkanı vermeyen sözleşme ve terminator gen teknolojisi uygulamaları yoluyla dünya çiftçilerinin bütünüyle tohum üreticisi birkaç büyük şirkete bağımlı kalmasına neden olabilecektir. Geçtiğimiz on yıl boyunca GDO'lu bitkilere ilişkin olarak alınan her dört patentten üçü beş firmaya (Dow, Dupont, Syngenta, Aventis ve Monsanto) ait olması ve dünyada ekilen GDO'lu tohumun %90'ı tek bir firmanın (Monsanto) tohumu olması, tohum güvenliğini oldukça azaltan bir durumdur (12, 22).

### **İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi**

**1. Toksik etkiler:** GDO'lar, bünyelerinde böcek öldürücü genler ile terminatör teknolojisi gereği aktarılmış olan genleri içerirler. Bu genleri içeren bitkilerde toksik madde sürekli olarak üretildiğinden, bunlara "pestisit üreten bitkiler" adı verilmektedir (19). Bu toksinlerin dokularda birikmesi önemli riskler oluşturmaktadır. L-tryptophan isimli çok bilinen bir maddenin genetik mühendisliği uygulanmış bir tipi 1989 yılında 37 Amerikalı'nın ölümüne ve 5000 kişinin bir kan hastalığına yakalanmasına (Eosinophilia Myalgia Syndrome "EMS") neden olmuştur (21). Yapılan

çalışmalarda GDO'lu ürünlerin kısırılık ve sakat doğum riskini artırdığına yönelik bulgular elde edilmiştir. Bu alanda Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu tarafından 2007 yılında gerçekleştirilen araştırmada, GDO'lu soya ile beslenen dişi farelerden doğan bebek farelerin diğerlerine göre daha küçük oldukları ve büyük bir kısmının üç hafta içerisinde öldükleri tespit edilmiştir (21). İskoçya Rowett Enstitüsü'nden Dr. Arpad Rusztai'nin GDO'lu patates ile beslediği farelerin tümünün iç organlarında küçülme, sindirim sistemlerinde bozukluk, bağışıklık sistemlerinde çökme, kan yapılarında bozulma ve mide çeperlerinde kalınlaşma görülmüştür. Laboratuvar testlerinde snowdrop (kar damlası) çiçeğinin DNA'sı ile bilinen bir viral promotör olan Cauliflower Mosaic Virus (CaMv) kullanılarak genetik yapısı değiştirilmiş patateslerin memeliler için zehirli olduğu tesbit edilmiştir. Kimyasal kompozisyonu normal patateslerden oldukça farklı olan bu patatesler farelerin hayati önemi olan organlarına ve bağışıklık sistemlerine zarar vermiştir. En tehlikelisi ise; farelerde gastrik bir viral enfeksiyon ortaya çıkmış olup, bunun da nedeninin CaMv denilen viral promotör olduğu yönünde kuvvetli deliller vardır. Bu promotör GDO'larda yaygın olarak kullanılmaktadır (21).

**2. Kanser riski:** GDO'ların doğrudan ve dolaylı olarak kanserojen etkisinin olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Özellikle, herbisitlere dayanıklılığı sağlayan pamuk, soya, mısır ve kolza çeşitlerinde kullanılan "bromoxynil" ve "glufosinate" gibi kimyasal maddelerin doğrudan kanser yapıcı oldukları bilinmektedir. FDA (Gıda ve İlaç Dairesi), 1994 yılında bir firmanın büyüme hormonu satmasını ve süt veren ineklere bu hormonun enjekte edilmesini bilim insanlarının tüm itirazlarına rağmen onaylamıştır. Bu ineklerin sütünden elde edilen besinleri tüketen insanlarda meme, prostat ve kolon kanseririskini %400-500 oranında artırdığı tespit edilmiştir (5).

**3. Allerji:** Gıda allerjisi olan kişiler günlük besin maddelerine eklenen yabancı proteinlerden zarar görebilirler. Nitekim, 1996 yılında, Brezilya kestanesinde soya fasulyesine aktarılan "2S" genini içeren ürünler, alerji yapması nedeniyle marketlerden toplatılmıştır (5). Bu besin maddelerinin etiketlerine gerekli uyarıların yazılması besin allerjisi olan kişileri korumak açısından gereklidir. Ancak, FDA veya dünyadaki diğer kontrol mekanizmaları pazarlama öncesi hayvan ve insanlarda testler yapılmasını rutin olarak talep etmemektedirler.

**4. Antibiyotik direnci:** Gen aktarımında, seleksiyon amacıyla aktarılan özelliklerden biri antibiyotik direncidir. Gen aktarımından sonra transgenik hücre ve dokular bu antibiyotikleri içeren ortamlarda kültüre alınırlar. Antibiyotik bulunan ortamda yaşayabilen hücrelerin aktarılmış olduğuna hükmedilir. Ancak, bu antibiyotik direncinin insan ve hayvan bünyesindeki bakterilere yatay olarak geçişle sağlık açısından risklerin ortaya çıkması söz konusudur (23).

### Çevre Üzerine Etkisi

1. *Tarım ilacı kalıntısı*: Yapılan çalışmalarda genetiği değiştirilmiş ürünler yetiştiren ABD'li çiftçilerin geleneksel tarım yapan çiftçilere göre daha fazla tarım ilacı kullandıkları tesbit edilmiştir. Zira bu bitkiler tarım ilaçlarına karşı dirençli olup, tarım ilaçlarından zarar görmemektedirler. Dolayısıyla çiftçiler bitkilerdeki haşerati öldürmek için tarım ilaçlarını fazla miktarlarda kullanmaktadırlar (11).

2. *Genetik kirlilik*: GDO'ların etkili olduğu alanlardan genetiği değiştirilmiş polenler rüzgar, kuşlar ve böcekler tarafından hem organik hem de klasik tarımın yapıldığı alanlara taşınmakta ve bu da tarımı yapılan bitkilerin DNA'sında bulaşmalara neden olmaktadır. Transgenik bitkilerden çiçek tozları aracılığıyla yabancı akrabalara aktarılan özellikler, değerli bitkisel gen kaynaklarının genetik yapılarının bozulmasına neden olabilecektir. Bu özelliklerden herbisitlere dayanıklılık geninin yabancı otlara geçmesi sonucu oluşacak "süper otlar" nedeniyle tarımsal savaş olanaksız hale gelebilecektir (9).

3. *Faydalı organizmalara olan zarar*: Transgenik mısırlardaki Bt genlerinin sadece koçan kurtlarına etkili olduğunun söylenmesine karşın, mısır polenlerinin kral kelebeklerinin de ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (18).

### Sosyo-Ekonomik Etkileri

Genetiği değiştirilmiş yiyecekler ve biyoteknoloji ürünü gıdaların kullanımı binlerce yıldır süregelen geleneksel tarım üretimine sekte vurmakta, kullanılmakta olan "Terminatör Teknolojisi" gibi yöntemler tohumların kısırlaşmasına sebep olmaktadır. Böylece çiftçiler çok daha pahalı olan genetik mühendisliği ürünü tohumları birkaç büyük firmadan almak zorunda bırakılmaktadırlar (5). Transgenik bitkilerin üretimi ile tarımsal üretim sistemlerinde de değişiklikler olabilecektir. Transgenik çeşit sahibi firmalarca, özellikle zararlılara dayanıklı (Bt'li) çeşitlerde dayanıklılığın devamının sağlanabilmesi için, üreticiler tarafından tarlalarının belli bir kısmında (1/3'ünde) transgenik olmayan çeşitlerin kimyasal mücadele yapılmaksızın yetiştirilmesi gerekecektir. Böylece transgenik çeşitlerin verimlerinde 1/3 oranında düşüş gözlenecektir (5).

### Birleşmiş Milletler Biyogüvenlik (Cartegena) Protokolü

GDO'lu ürünlerin üretim ve ticaretinin, doğal çevreye ve sosyo-ekonomik yapıya verebileceği zararlar, bu organizmaların üretimi, doğaya salınımı ve kullanımının biyogüvenlik düzenlemeleri ile kontrol edilmesini gerekli kılmaktadır. Biyogüvenlik, "modern biyoteknoloji tekniklerinin uygulanmalarının ve modern biyoteknoloji ürünlerinin insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik üzerine oluşturabileceği olumsuz etkilerin

belirlenmesi (risk değerlendirme) ve belirlenen risklerin meydana gelme ihtimalinin ortadan kaldırılması ya da meydana gelme durumunda oluşacak zararların kontrol altında tutulması için (risk yönetimi) alınması öngörülen tedbirler" şeklinde tanımlanmaktadır.

Biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması için biyoteknoloji uygulamalarından kaynaklanabilecek olumsuzlukların önlenmesine yönelik olarak hazırlanan ve 2003 yılından bu yana yürürlükte olan "Birleşmiş Milletler Biyogüvenlik (Cartagena) Protokolü", GDO'ların araştırılması aşamasından, çevreye salım ve transit geçiş aşamasına kadar çevre ve insan sağlığına gelebilecek risklerin önlenmesine kadar geniş bir kapsama sahip etkili bir hukuki belgedir. Protokolün kapsamı; insan sağlığı üzerindeki riskler de göz önünde bulundurularak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilerde bulunabilecek tüm değiştirilmiş canlı organizmaların sınır ötesi hareketi, transit geçişi, muamelesi ve kullanılması için geçerlidir (1).

Protokol, GDO'ların iki kategorisini kapsamaktadır: 1) Çevreye bilinçli olarak bırakılacak GDO'lar; 2) Gıda, yem veya işleme amaçlı GDO'lar. Ayrıca, protokolde işlem konusu tanımlanmamıştır. Bu nedenle protokolün tekstil üretimi ile insanlar veya hayvanlar tarafından tüketilmeyen diğer ürünleri de kapsayabileceği yönünde görüşler bulunmaktadır. Diğer taraftan, protokolde gıda güvenliği konusu yer almamıştır. İşlenmiş gıda ürünleri de protokol kapsamı dışında bırakılmıştır (1).

İleri Bildirim Anlaşması (m.7), protokolün önemli mekanizmalarından birisidir. Bilinçli olarak çevreye salınacak GDO'ların ilk sınır ötesi hareketinden önce izlenmesi zorunlu bir prosedürdür. İhracatçı, ithalatçı ülkeye ilk kargolamadan önce GDO'ları tanımlayan yazılı ve ayrıntılı bilgi sağlamak zorundadır. İthalatçı bilginin alındığını 90 gün içinde karşı tarafa yazılı olarak bildirecektir ve 270 günü aşmadan açıkça bu yüklemeyi onayladığını ya da ret etmesi halinde de nedenlerini bildirecektir. İleri Bildirim Anlaşması sürecinden beş tip GDO hariç tutulmuştur. Bunlar: 1) İnsanlara yönelik ilaçların çoğu, 2) Üçüncü ülkeye yönelik GDO'lar, 3) Kapalı kullanım amaçlı GDO'lar, 4) Gıda, yem veya işleme amaçlı GDO'lar, 5) Taraflar toplantısında güvenli olarak ilan edilen GDO'lardır (12).

Protokole göre ülkeler risk değerlendirmesi (m.15) temeline dayanarak GDO'ları ithal edip etmeyeceklerine karar verebilme hakkına sahiptirler. Bu tür ürünlerin ithalatına yönelik değerlendirmeler GDO'ların insan sağlığı üzerindeki riskler de göz önünde bulundurularak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olabilecek potansiyel olumsuz etkilerin tanımlanması ve değerlendirilmesi amacıyla, en az protokolün 8'inci maddesinde istenen bilgilere ve bilimsel olarak sağlam temellere dayanması gerekmektedir. Ancak, ilgili bilimsel bilgilerin yokluğu veya yetersizliği durumunda,

bir ülke ön önlem alma veya ihtiyat yaklaşımını kullanarak GDO'ların ithalatını reddedebilecektir (1, 8, 12). Türkiye Cartagena Protokolü'ne imza atmış ülkelerden birisi olup, Biyolojik Güvenliğe ilişkin Cartagena Protokolü'nü onaylayan 4898 sayılı kanun 2003 yılında TBMM'de kabul edilip yasalaşmıştır.

### **Türkiye'de GDO'ların Durumu ve Yasal Düzenlemeler**

Ülkemizde transgenik bitkilerle ilgili mevzuat hazırlığı çalışmalarına Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 1998 yılında başlanmıştır. Amacı; "Bilimsel ve teknolojik gelişmeler çerçevesinde, modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerden kaynaklanabilecek riskleri engellemek, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve ekolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sisteminin kurulması ve uygulanması, bu faaliyetlerin denetlenmesi, düzenlenmesi ve izlenmesi ile ilgili usul ve esasları belirlemek" olan ve 18.03.2010 tarihinde yürürlüğe giren 5977 sayılı "Biyogüvenlik Kanunu" gereğince GDO ve ürünlerinin onay alınmaksızın piyasaya sürülmesi, kullanılması veya kullandırılması, genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi, GDO ve ürünlerinin piyasaya sürme kapsamında belirlenen amaç ve alan dışında kullanımı, GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması yasaktır (2).

Kanun gereği, GDO ve ürünleri ile ilgili başvuruların değerlendirilmesi ve kanunun 9'uncu maddesinde belirtilen görevlerin yürütülmesi için "Biyogüvenlik Kurulu" oluşturulur. Kurul: uzmanlar listesini oluşturmak; uzmanlar listesindeki kişilerden seçilen bilimsel komiteleri oluşturmak; her bir başvuru için uzmanlar listesinden bilimsel komitelerin üyelerini seçmek; risk ve sosyo-ekonomik değerlendirme raporlarını dikkate alarak kurul kararlarını oluşturmak; izleme raporlarına dayanarak kararın kısmen veya tamamen iptali ile yasaklama, toplama, imha ve benzeri yaptırımlara ilişkin kararlarını Bakanlığa sunmak; etik komite oluşturmakla görevlidir (2).

Biyogüvenlik Kanunu, izin alınmış olsa dahi, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına karşı oluşan zararlardan GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerde bulunanları sorumlu tutmaktadır. Kanun hükümlerinin ihlal eden kişiler, 3 yıldan 12 yıla kadar hapis ve yüklü miktarda adli para cezası ile cezalandırılacaktır (2).

13.08.2010 tarihinde yürürlüğe giren ve 5977 sayılı "Biyogüvenlik Kanunu"na dayanan "Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik" ile "Bilimsel ve teknolojik gelişmeler çerçevesinde, modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerinden

kaynaklanabilecek risklerin engellenmesi, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması için; a) Gıda ve yem amaçlı genetik yapısı değiştirilmiş organizma ve ürünleri ile ilgili başvuru, değerlendirme, karar, ithalat, işleme, ihracat, etiketleme, izleme, piyasaya sürme, denetim ve kontrole; b) Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ile ilgili araştırma, geliştirme ve deneysel amaçlarla yapılacak faaliyetlerin, harici çevre ile temasını önleyecek şekilde, kontrollü şartlar altında, sınırlandırılmış belirli bir alanda denemelerinin yapılmasına; c) Genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmalar ve ürünleri ile ilgili araştırma, geliştirme, başvuru, değerlendirme, karar, ithalat, ihracat, işleme, etiketleme, piyasaya sürme, izleme, denetim, kontrol ve kapalı alan faaliyetlerine dair usul ve esasları belirlemesi" amaçlanmıştır (3). Türkiye'de 2011 Ekim ayı itibarıyla, 5977 sayılı "Biyogüvenlik Kanunu" gereği; herbisit tolerans genini içeren A2704-12 soya fasulyesi ve ürünlerinin; herbisit tolerans genini içeren MON40-3-2 soya fasulyesi ve ürünlerinin; herbisit tolerans genini içeren MON89788 soya fasulyesi ve ürünlerinin yalnızca hayvan yemlerinde kullanılmasına izin verilmiştir (4).

### **Sonuç**

Dünyada ticari olarak üretimine 1996 yılında 2.8 milyon hektar ile başlanılan transgenik bitkilerin ekim alanı 2010 yılında 148 milyon hektara ulaşmıştır. Bitki biyoteknolojisinin gün geçtikçe önem kazandığı ortadadır. Bu nedenle, bu teknolojiyi reddetmek yerine olumsuzluklarını giderme yolunda çaba harcanması gerekmektedir. Ülkemizde tarım, çevre ve teknoloji politikalarının bütünleşik bir anlayışla değerlendirildiği ulusal bir biyogüvenlik politikasına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu nedenle insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve ekolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sisteminin kurulması ve uygulanmasını amaçlayan Biyogüvenlik Kanunu'nun bütünüyle eyleme geçirilmesi, bu konudaki mevcut boşluğu büyük ölçüde kapatacaktır.

### **Kaynaklar**

1. **Anonim** (2003): *Cartagena Biyogüvenlik Protokolü*. Anıl Matbaa ve Ciltevi, s:78 Ankara.
2. **Anonim** (2010a): *Biyogüvenlik Kanunu*. 26 Mart 2010 tarihli Resmi Gazete, Sayı: 27533.
3. **Anonim** (2010b): *Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik*. 13 Ağustos 2010 tarihli Resmi Gazete, Sayı: 27671.
4. **Anonim** (2011): *Biyogüvenlik Kurul Kararları*. 26 Ocak 2011 tarihli Resmi Gazete. Sayı: 27827.
5. **Batalion N** (2000): *50 Harmful Effects of Genetically Modified Foods*. Americans for Safe Food, Oneonta, NY.
6. **DPT** (2000): *VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Ulusal Moleküler Biyoloji, Modern Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Atılım Projesi Önerisi*, Ankara.

7. **Delannay X, Lavalley BJ, Proksch RK, Fuchs RL, Sims SR, Greenplate JT, Marrone PG, Dodson RB, Augustine JJ, Layton JG, Fischhoff DA** (1989): *Field performance of transgenic tomato plants expressing the Bacillus thuringiensis var. kurstaki insect control protein*. *Bio/Technology*, **7**: 1265-1269.
8. **Hagen PE, Weiner JB** (2000): *The Cartagena Protocol on Biosafety: New Rules for International Trade in Living Modified Organisms*. Georgetown International Environmental Law Review, **12**: 697-717.
9. **Hails RS** (2000): *Genetically modified plants—the debate continues*. *Trends Ecol Evol*, **15**: 14-18.
10. **Haughn GW, Smith J, Mazur B, Somerville C** (1988): *Transformation with a mutant Arabidopsis acetolactate synthase gene renders tobacco resistant to sulfonylurea herbicides*. *Mol Gen Genet*, **211**: 266-271.
11. **Haspolat I** (2007): *The Trade of Genetically Modified Agricultural Crops*. Gazi Univ J Vocational Edu, **9**: 58-75.
12. **Haspolat, I, Özgen Ö** (2011): *Tüketicilerin Genetik Yapısı Değiştirilmiş Gıdalara İlişkin Görüşleri: Kültürlerarası Bir Karşılaştırma*. Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Derg, **46**: 40-60.
13. **Hilder VA, Gatehouse AMR, Sheerman SE, Barker RF, Boulter D** (1987): *A novel mechanism of insect resistance engineered into tobacco*. *Nature*, **330**: 160-163.
14. **Koziel MG, Beland GL, Bowman C, Carozzi NB, Crenshaw R, Crossland L, Dawson J, Desai N, Hill M, Kadwell S, Launis K, Lewis K, Maddox D, McPherson K, Meghji MR, Merlin E, Rhodes R, Warren GW, Wright M, Evola SV** (1993): *Field performance of elite transgenic maize plants expressing an insecticidal protein derived from Bacillus thuringiensis*. *Bio/Technology*, **11**: 194-199.
15. **Lee KY, Townsend J, Block M, Churi CF, Majur B, Dunsmuir P, Bedbrook J** (1988): *The molecular basis of sulfonyl urea herbicide resistance in tobacco*. *EMBO J*, **7**: 1241-1248.
16. **Losey JE, Raynor LS, Carter ME** (1999): *Transgenic pollen harms monarch larvae [scientific correspondence]*. *Nature*, **399**: 214.
17. **Özgen Ö, Emiroğlu H, Demirci A, Haspolat I** (2007): *Labelling Biotechnological Foods and Consumer Protection, International Dimensions of Mass Media Research*, (Edited by Yorgo Pasadeos), ATINER Publication, 617-630, Greece.
18. **Özgen M, Ertunç F, Kınacı G, Yıldız M, Birsin MA, Ulukan H, Emiroğlu H, Koyuncu N, Sancak C** (2005): *Tarım teknolojilerinde yeni yaklaşımlar: Bitki biyoteknolojisi. Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi*, Ankara.
19. **Philips R L, Eberhart S A** (1993): *Novel methodology in plant breeding*. In Proc. of the Int Crop Sci Cong Ames, USA. Crop Sci Soc of America, pp. 647-648.
20. **Pryme IF, Lembcke R** (2003): *In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials*. *Nutr Health*, **17**: 1-8.
21. **Raja K** (2003): *Watch dog Refuses Claims of Rapid Global Growth in GE Crops* Erişim adresi: <http://www.twinside.org.sg/title/5266c.htm> Erişim tarihi: 19.10.2011.
22. **Wieczorek A** (2003): *Use of biotechnology in agriculture—benefits and risks*. Cooperative Extension Service. *Bio*, **3**: 1-6.
23. **Vasil IK** (1998): *Biotechnology and food security for 21<sup>st</sup> century: A real-world perspective*. *Nat Biotechnol*, **16**: 399-400.
24. **Yanaz S** (2003): *Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) Konusu ve Cartagena Biyogüvenlik Protokolü*. *Dış Tic Derg*, 116-126.

Geliş tarihi: 20.09.2011 / Kabul tarihi: 21.10.2011

**Yazışma adresi:**

Dr. Iraz HASPOLAT  
Ankara Üniversitesi  
Biyoteknoloji Enstitüsü  
Temel Biyoteknoloji Anabilim Dalı,  
06100 Tandoğan, Ankara  
Email: haspolat@ankara.edu.tr