

# GDO

## Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar

Biyoteknolojik uygulamalarla, verimi ve kalitesi yüksek, zararlılara ve hastalıklara dayanıklı çeşitlere bu özelliklerini kazandıran bir veya birkaç gen diğer canlılara aktarılabilir. Bu işlem sonucunda bitki türünün diğer özelliklerinde herhangi bir değişiklik olmuyor. Biyoteknolojik uygulamalarla ayrıca melezlemede karşılaşılan engeller ve gen havuzundan yararlanılmasındaki sınırlamalar da ortadan kaldırılabilir.

**B**iyoteknoloji devriminin temelini iki önemli teknik oluşturdu. Bunlardan biri, laboratuvar şartlarında tek bitki hücresinden hücre ve doku kültürü tekniklerini kullanarak ve hücrenin gen yapısını değiştirmeksizin yeni bitkilerin elde edilebilmesi. Diğeriyse bitki köklerinde tümör benzeri yapıların oluşumuna neden olan *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinden bitki kromozomlarına yapılan doğal gen aktarımının nasıl işlediğinin keşfedilmesiyle ortaya çıkan tekniktir. Son 25 yıl içinde bu iki yeni teknik birlikte kullanılarak kültür bitki türlerinin çoğuna gen aktarımı yapılabildi. Bu tekniklerin yanında birçok firma, üniversite ve araştırma kurumunca gen aktarımıyla ilgili onlarca yeni teknik, yöntem ve araç geliştirildi. Bunların bir kısmının patenti alınarak bu teknolojinin kullanım hakkı koruma altına alındı ya da ticarileştirilerek diğer firmaların kullanımına sunuldu.

Genetiği değiştirilmiş organizmalar genetik malzemeyi, yani organizmanın DNA (deoksiribonükleik asit; bir organizmanın tüm kalıtsal özelliklerini kodlayan molekül) dizisinin ve yapısının çaprazlama veya doğal yeniden birleşme gibi doğal yolların dışında, laboratuvarında değiştirilmiş insan dışındaki organizmalardır. Bir organizmanın genetik olarak değiştirilmesi, o canlının DNA kodunun insan müdahalesiyle değiştirilmesidir. Bu değiştirme işlemi hedef-

lenen tek bir özellik için olabileceği gibi birden fazla özellik için de olabilir; ayrıca mikroorganizma, bitki, hayvan ve diğer canlıları da kapsayabilir.

Kendiliğinden ya da uyarılarak DNA'da meydana gelen değişimler (mutasyonlar) GDO oluşturmazlar. Bugün hemen hemen bütün gıdalarımızda yer alan bitki, mikroorganizma ve hayvansal ürünler genetik açıdan doğal eşdeğerlerinden farklı olmalarına karşın GDO olarak nitelendirilmezler. Çünkü ıslah yöntemiyle elde edilmişlerdir. Bunlara örnek olarak koyun, sığır, mısır, buğday, mandalina, elma, süt ürünlerinde kullanılan mikroorganizmalar (probiyotik kültürler), alkollü içeceklerde mayalanma için kullanılan mikroorganizmalar ve diğer pek çok ürün verilebilir.

Genleri değiştirilmiş olup hali hazırda yetiştirilen birinci nesil bitkiler çoğunlukla herbisitlere (tarımda yabancı otlarla mücadele amacıyla kullanılan kimyasal ilaçlar) dirençlilik ve böcek, hastalık ve çevresel stres koşullarına dayanıklılık gibi özelliklerin kazandırıldığı bitki türleridir. Verim ve beslenme kalitesinin artırılmasının hedeflendiği ikinci nesil bitki türleri ile insan tedavisinde kullanılan çok değerli aşı ve ilaçların üretilmesinin hedeflendiği ve biyoyakıt potansiyeli taşıyan üçüncü nesil genetiği değiştirilmiş bitkiler üzerinde araştırma ve geliştirme çalışmalarıysa devam ediyor.

2007 verilerine göre dünya genelinde genleri değiştirilmiş bitkilerin ekim alanları 114,3 milyon hektara ulaştı ve ekim alanlarının büyüme hızı % 12 olarak saptandı. Genetiği değiştirilmiş bitki üreten ülke sayısıysa 25'e ulaştı. Ekim alanlarının en yaygın olduğu ülkeler gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler. Ürün bazında en fazla üretim soya ve onu sırasıyla mısır, pamuk ve kanola takip ediyor. Mısır ve soyanın ekim alanları hızlı artış gösterirken pamuk ve kanolanın ekim alanlarında sınırlı bir artış sözkonusu.

Kazandırılan özellik bakımından genleri değiştirilmiş bitkilerin dünyadaki en yaygın örnekleri herbisitlere (yabani ot öldürücü kimyasal ilaçlar) dayanıklılık özelliği kazandırılmış olanlar.

Dünyada ekim alanı olarak genetiği değiştirilmiş bitkilerin doğal bitkilere oranı yine 2007 yılı verilerine göre soyada % 64, pamukta % 43, mısırdaki % 24, kanolada % 20. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin en fazla üretildiği ülkelere sırayla ABD, Arjantin, Brezilya, Kanada, Hindistan ve Çin.

## GDO'lar Açlık Sorununa Çözüm Olabilir mi?

Genetiği değiştirilerek kuraklığa, böcek ve zararlılara, tuza, hastalıklara ve yabani otlara karşı dirençlilik kazandırılmış ve besin değeri artırılmış bitkisel ürünler üretilebilir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin tarımının yaygınlaşması sayesinde elde edilebilecek ürün miktarı ve kalitesindeki artış, aç-



lıkla dengesiz ve sağlıksız beslenme sorunlarının çözümüne katkı sağlayabilir. Ancak çokuluslu şirketlerin patentini ve üretim haklarını ellerinde bulundurdukları yeni genetiği değiştirilmiş bitki var-

yeteleri ve bazı transgenik bitkilerin yapısına dâhil ettikleri yok edici (terminatör) gen teknolojisi nedeniyle üçüncü ülkelerin bu bitkilerin tarımını yapabilmek için söz konusu şirketlere tohum temini yönünden bağımlı hale gelmeleri olası. Bu, gerçek genetiği değiştirilmiş bitki üretim teknolojisinin olumsuz yönlerinden biri. Yok edici gen teknolojisinin kullanımı şu an sınırlı sayıda ülke tarafından tercih ediliyor. Özellikle tarımsal tohum ve laktik asit bakteri kültürleri üreten firmalar bu teknolojiyi tercih edebiliyor.

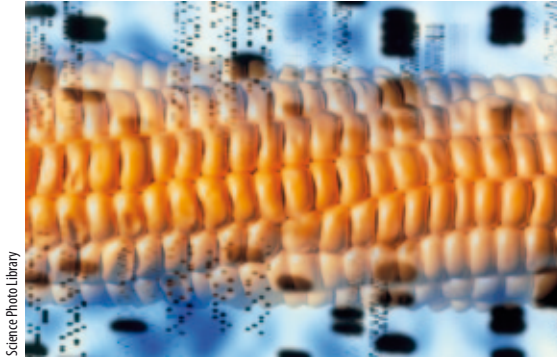
Yok edici gen teknolojisi GDO üreticilerinin olumsuz ve etik olmayan uygulamalarından biri.

## Dünyada ve Türkiye'de GDO'larla İlgili Yasal Düzenlemeler

GDO'lar ve biyogüvenlik konusu AB'nin (Avrupa Birliği) en fazla önem verdiği, deyim yerindeyse "ince eleyip sık dokuduğu" konulardan biri. Bu konuda Cartagena Biyogüvenlik Protokolü temel alınarak çok kapsamlı ve sıkı bir yasal düzenleme yapıldı ve çeşitli direktifler yayınlandı. AB miktar tayinine yönelik analizlerde GDO eşik değerini % 0,9 olarak belirledi. Bu oranın üstünde bulunan miktarlar etiketlemeyle belirtmek zorunda. Bu eşik değeri Avrupa dışındaki birçok ülkeye göre değişiklik gösterebiliyor. Bazı ülkelerdeyse genetiği değiştirilmiş ürünlerin ithalatı tamamen yasaklanmış durumda.

ABD ve Amerika kıtası ile AB ülkeleri arasında GDO'lar konusunda ilginç yaklaşım farkları var. ABD bu konuda sorumluluğu tamamen FDA'nın (Food and Drug Administration - Gıda ve İlaç İdaresi) onay ve yetkisine bırakmış görünüyor. AB ise başta EFSA (European Food Safety Authority - Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) olmak üzere çok sayıda kurum ve hükümetin eşgüdümü ve AB merkezi karar organlarının oluşturduğu karmaşık ve tutucu bir sistemle denetleme yolunu seçiyor. ABD'de gıda ve sağlık konusunda en önemli otorite olan ve onaylamadığı hiçbir ürünün piyasaya sürülmesine izin vermeyen FDA, GDO'larla ilgili kuralları belirleme ve onaylama çalışmalarını sürdürüyor. FDA, 15 Ocak 2009'da genetik mühendisliği ürünü hayvanlarla ilgili düzenlemeler konusunda endüstri için bir rehber yayınladı. Bu rehberde genetiği değiştirilen hayvan türlerinden hangileriyle ilgili düzenlemeler yapıldığı ve bu hayvanların üreticilerine kanunlar karşısında zorunluluk ve sorumlulukları anlatıldı. Rehberle temelde endüstri hedef alınmakla birlikte, hızla gelişen bu önemli alanın daha iyi anlaşılması için topluma yararlı olabileceği yönler de vurgulanıyor. ABD'de FDA ona-

Bugün dünyada GDO'lu ürünlerden mısır, soya, domates ve pirinç gibi bitki türleri insanların doğrudan tüketimine sunulmuş durumda. Ayrıca ilaç ve gıda bileşeni olarak genetiği değiştirilmiş organizmalarca üretilen çeşitli enzim, tatlandırıcı, şeker, koruyucu, vitamin ve diğer içerikler de endüstriyel düzeyde üretilip tüketime sunulmakta. Çoğunun üretim onayı ve ticari izni olmayan fakat halihazırda genetiği değiştirilmiş bulunan bitkisel ürünlerden bazıları şöyle: Elma, soya, mısır, pirinç, buğday, kaba yonca, avakado, muz, havuç, lahana, kiraz, nohut, turuncgiller, kakao, kahve, pamuk, üzüm, keten tohumu, salatalık, kivi, mercimek, marul, kavun, karpuz, hardal, zeytin, soğan, patates, şeker pancarı, şeker kamışı, çilek, kabak.



Science Photo Library

yı alınmadan, hayvansal ve bitkisel, genetiği değiştirilmiş hiçbir ürün piyasaya sürülemiyor.

Cartegena Biyogüvenlik Protokolü temel alınarak, uzun ve kapsamlı çalışmalar sonucunda ülkemizde de Ulusal Biyogüvenlik Yasa Tasarısı hazırlanmış bulunuyor. Yasama çalışmalarıysa henüz sürmekte.

2008'in Eylül ayında TÜBİTAK bünyesinde faaliyete başlayan Gıda Moleküler Biyolojisi Laboratuvarı, nitel yöntemle GDO analizine ek olarak, Nisan 2009'da gerçek zamanlı PCR (Polimeraz Chain Reaction-Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yöntemiyle nicel GDO analizinde de uluslararası akreditasyon aldı. Marmara Araştırma Merkezi Gıda Enstitüsü'nde 2001'den beri uluslararası akreditasyonla, çok farklı alanlardan firmaların gönderdiği yaklaşık 400 numune üzerinde, nitel yöntemle GDO testi yapıldı. Bu örnekler çoğunlukla ithalat veya ihracatı yapılan ürünlere ait ve çoğu mısır ve soya kökenli.

Türkiyede soya ithalatının büyük bir kısmı Arjantin, ABD ve Brezilya gibi ülkelerden yapılıyor. Bu ülkelerin ürettiği soyanın çok büyük bir kısmının genetiği değiştirilmiş soya olduğu biliniyor. Hayvan yemi üretiminde kullanılmak üzere soya yağı üretimin-

de kullanılmış küspe ve katı atık ithalatımızın büyük kısmı bu ülkelerden yapılıyor. Soya yağı ithalatımızın önemli bir kısmı da yine Brezilya ve Arjantin'den. Mısır ithalatımızsa Şili, ABD, Ukrayna, Arjantin ve Macaristan'dan yapılıyor. Bunlar, soyada olduğu gibi mısırdan da genetiği değiştirilmiş mısır tarımının yaygın olarak yapıldığı ülkeler.

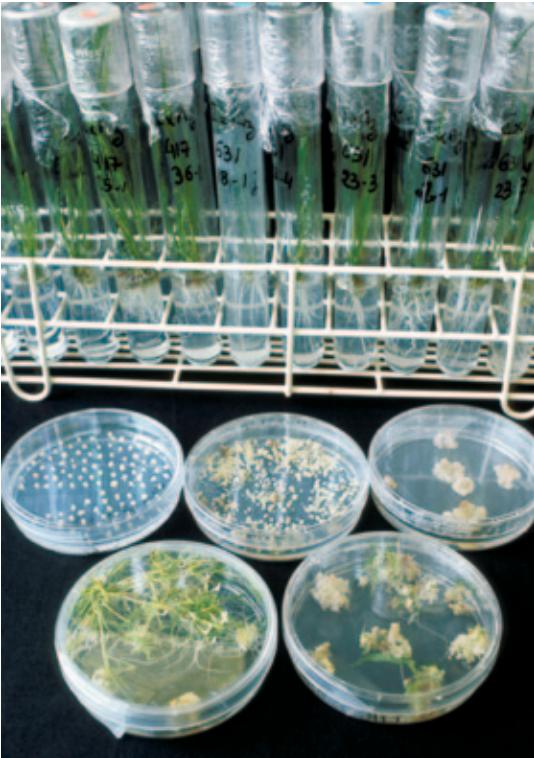
## GDO Ürünleri Sağlığımızı Nasıl Etkileyebilir?

Genetiği değiştirilmiş gıdaların güvenlik değerlendirmesi için karşılaştırmalı bir yaklaşım gerekiyor. Güvenlik değerlendirmesi iki aşamalı bir süreç. Birinci aşamada genetiği değiştirilmiş gıda ürünü ile genetiği değiştirilmemiş eşdeğeri arasındaki farklar değerlendiriliyor. Bunlar, bilinçli olarak oluşturulmuş farklar (örneğin bitkiye yeni aktarılan özellik) olabileceği gibi istem dışı meydana gelmiş farklar da olabilir. İkinci aşamada, belirlenen farkların çevre, gıda, yem güvenliği ve beslenme bakımından etkileri değerlendiriliyor.

Onaylanmış GDO ürünleriyle üretilen gıda maddelerinin sağlığı tehdit etmediği kabul ediliyor. Aslında bu yönde bir tehdit saptanmış olsaydı zaten onaylanmazlardı. Normal ürünlerle üretilen gıda ürünleri gibi GDO ürünleriyle üretilen gıdalar da onlarca farklı maddeden oluşmuş kompleks karışımlar ve gıda güvenliği ve sağlık bakımından, bilimsel olarak değerlendirilmeleri ve kanıtlanmaları gerekiyor. Bir GDO ürününün güvenilirliği birçok aşamayı kapsayan bir değerlendirme gerektiriyor.

Öncelikle, bitkiye aktarılan yeni genin (özelliğin) ürünü olan proteinin (bunlar çoğunlukla insanların daha önce tüketmediği proteinlerdir) insan sağlığına etkileri sorgulanmak zorunda. Bu aşamada hayvan deneyleri yapılarak bu ürünün/proteinin zehirlilik testleri yapılmalı ve sonuçlar insan deneklere uygulanırken de ek önlemler alınmalıdır. Söz konusu proteinin insanlarda alerjik reaksiyonlara neden olabileceği de göz önünde bulundurulmak zorunda. Alerjik potansiyeli olan bitkinin onay alması zaten beklenemez. Bir diğer endişeyse GDO geliştirirken kullanılan belirteçlerin (genellikle antibiyotiklere direnç sağlayan genlerin, genetiği değiştirilmiş bitkilerden insanlara veya insan sindirim sistemindeki bakterilere geçişi) yatay gen transferidir. Şimdiye kadar elde edilen bilimsel sonuçlarda bu risklerle ilgili önemli bir olumsuz sonuçla karşılaşılmasa da, bundan sonra da karşılaşılmayacağı düşünülemez. Seçilim sırasında kullanılan antibiyotiğe direnç kazandıran genle-





rin kullanımı tıptaki kullanımına göre sınırlandırılmıştır. Seçilime yardımcı olacak antibiyotiklere direnç kazandıracak genler dışındaki belirteçlerin geliştirilmesi üzerinde çalışmalar devam ediyor.

Sonraki aşama ise öngörülemeyen ve gen aktarımı sonucunda bitki metabolizmasında ortaya çıkabilecek değişikliklerin tanımlanması. Hücrelerde her şey bir denge ilişkisi içinde olduğundan yeni gen aktarımı bu ilişkileri bozabilir ve bu dengesizliğin insan sağlığına olumsuz etkileri olabilir. Örneğin gen aktarımı ile normal gen ifadeleri arasındaki denge ilişkisi bozulmuş olabilir ve normal koşullar altında bitki metabolizmasından ortaya çıkan çok az miktardaki zehirli madde artabilir veya yokken ortaya çıkabilir. Bu da insan sağlığını doğrudan etkileyebilir. Bunun gibi muhtemel olumsuzlukların giderilmesi için GDO'ların tüketime sunulmadan önce biyokimyasal analizleri ve hayvan sağlığı testlerinin de yapılması

zorunlu. Ayrıca vitamin ve besin öğeleri analizleri de yapılmalıdır. Bu değerlerin de normal organizmaya göre en az eşdeğer olması beklenir.

GDO'lu ürünlerin sağlığa etkilerini konu alan çalışmaların sayısı artmış olmakla birlikte bunlar henüz yeterli düzeyde değil. Çok sayıda grubun katıldığı uzun soluklu ve kapsamlı oldukları için bu çalışmalarda sonuçların alınması on yıllar alabilir. Bunların önemli bir kısmında, söz konusu bitkilerin muhtemel çevresel etkileri ile doğaya ya da diğer tarımsal alanlara olası gen kaçışları ve bu genlerin ekosistem üzerindeki etkileri ele alınıyor. Son yıllardaysa genetiği değiştirilmiş ürünlerle ilgili bilimsel araştırmaların büyük bir kısmında bu ürünlerin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki olası etkileri inceleniyor. AB Çerçeve Programları'nda bu etkileri inceleyen sağlık, tarım, gıda, çevre biyoteknolojisi alanlarındaki projelere artık büyük kaynaklar ayrılıyor.

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin fayda ve zararlarıyla ilgili tartışmalar bir süre daha devam edecek gibi görünüyor. Konuyla ilgili yorum yapılırken bu ürünlerle ilgili bilimsel araştırmaların sonuçları dikkate alınmalı. Güvenli gıda üretimi için genetik olarak değiştirilmiş bitki, hayvan ve mikroorganizmalar ile bunların ürünlerinin oluşturabileceği olası yan etkileri hızlı ve doğru olarak saptayabilecek bilimsel yöntemlerin geliştirilmesi gerekiyor. Yapılan araştırmalarda genetiği değiştirilmiş ürünlerin alerjik, toksik, sağlık ve gıda güvenliği açısından somut bir etkisi saptanamamış olsa da bu ürünlerin risk analizlerinin daha kapsamlı olarak yapılması gerekiyor. İnsan ve hayvan sağlığı ve çevresel ekosistemler üzerine etkiler konunun uzmanı bilim insanlarıncaya kapsamlı ve uzun vadeli sonuçlara odaklanılarak araştırılmalı. GDO'ların sağlık, gıda, tarım ve çevre üzerine etkileriyle ilgili son yıllarda giderek yoğunlaşan araştırmalarla ulaşılabilecek somut bulgular ve tartışmaları sonlandırabilecek nitelikteki sonuçlar, konunun uzmanı olmayan kişilerin, basın-yayın kuruluşlarının ve birtakım örgütlerin bu önemli konuyu ele alırken daha dikkatli olmalarını ve halkımızın GDO'lara daha bilinçli yaklaşmasını sağlayabilir.

#### Kaynaklar

Özcan, S., "Genetiği Değiştirilmiş Bitkiler ve Tarımsal Üretime Etkileri," 1.Ulusal Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Sempozyumu, 20.12.2008, ODTÜ, Ankara.  
Topal, Ş., "Transgenik Teknoloji ve Tarım Güvenliği," 1.Ulusal Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Sempozyumu, 20.12.2008, ODTÜ, Ankara.

Farid, E. A., "Detection of Genetically Modified Organisms in Foods," *Trends in Biotechnology*, Cilt 20, Sayı5, Mayıs 2002.  
"GDO Gerçeği, Modern Biyoteknoloji, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıda Güvenliği," Konferans Notları, İstanbul 2004.