

DERLEME

REVIEW

Genetiği Değiştirilmiş Gıdalara Genel Bir Yaklaşım

şebnem PAMUK

Kocatepe Vet J (2010) 3 (2): 91-100

Ö Z E T

Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO), organizmanın gen diziliminin değiştirilmesi ya da gen aktarımı ile kendi doğasında bulunmayan bir özellik kazandırılmasıyla oluşan ürünlerdir. Bu ürünlere transgenik ürünler, teknolojiye ise rekombinant DNA teknolojisi denmektedir. Geliştirilen modern biyoteknoloji teknikleri ile canlıların genetik yapısında 1970'li yıllarından itibaren, geleneksel ışlah metodları ile doğal üreme-çoğalma süreçleriyle elde edilemeyen değişiklikler yapılması mümkün olmuştur. Modern biyoteknoloji; doğal fizyolojik çoğalma ve rekombinasyon engellerini ortadan kaldıran in vitro nükleik asit tekniklerinin (rekombinant DNA, nükleik asitlerin hücre veya organellere doğrudan enjeksiyonu, farklı taksonomik gruplar arasında uygulanan hücre füzyonu gibi) tamamı olarak tanımlanmaktadır. Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya mevcut genetik yapıya müdahale edilmesi yoluyla yeni genetik özellikler kazandırılmasını sağlayan modern biyoteknoloji tekniklerine ise gen teknolojisi denmektedir. Gen teknolojisi kullanılarak doğal süreçler ile edinilmesi mümkün olmayan yeni özellikler kazandırılmış organizmalar ise, GDO olarak adlandırılmaktadır. Transgenik ise, gen aktarımı yolu ile yeni gen ya da genler kazandırılmış ürünler için kullanılan bir terimdir.

●●●

The General Approach to Genetically Modified Food

S U M M A R Y

Genetically modified organisms (GMO) has been changed gene sequence of the organism or one of feature which has not in its own nature is gained. These products are called transgenic products, technology is called recombinant DNA technology. By means of developed modern biotechnological technics beginning from 1970 in living genetic structure which doesn't able to process, has been possible to make changes by conventional amendment methods. Modern biotechnology is described removing naturel physiological proliferation and recombination obstacle of all in vitro nucleic acid techniques (recombinant DNA, directly injecting nucleic acids to cells or to organelles, between different taxonomic groups such as cell fusion is applied). From one living species to another type of gene transfer or through modern biotechnological technics to current genetic structure is gained new genetic features, are called gene technology. By using gene technology new features are gained to product which is not possible to gain during its naturel process, is called GMO. Transgenetic term means, new gene or genes are gained to products by gene transfer.

Anahtar Kelimeler
GDO
Hayvansal üretim
Bitkisel üretim
GDO teknolojisi

Key Words
GMO
Animal production
Plantal production
Technology of GMO

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Veteriner Fakültesi
ANS Kampüsü
Besin Hijyeni ve Teknolojisi
Bölümü
Afyonkarahisar

* Corresponding Author
E mail: spamuk@aku.edu.tr
Tel: 0 272 2281312
Faks: 0 272 2281349

GİRİŞ

Hızla ilerleyen gen teknolojisi; artık sadece bir araştırma sahası olmaktan çıkıp, sağlıktan tükettiğimiz besinlere, kullandığımız eşyalardan evcil hayvanlarımıza kadar birçok alanda gündelik hayatımıza girmiştir. Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO), gen tekniği kullanılarak doğal yollardan elde edilmesi mümkün olmayan ve yeni farklı özellikler kazandırılmış organizmalar için kullanılan bir kavramdır. Genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkındaki olumlu görüşler; bu teknolojinin daha fazla üretim yolunu açacağı, besinlerin besleyici değerini artırarak dünyanın birçok yerindeki açlık sorununa ve kötü beslenmeye çözüm getireceği, bazı besinlerin alerjik özelliklerinin ortadan kaldırılacağı, besinlere eklenecek öğelerle hastalıklara karşı kolayca bağışıklık sağlanacağı ve üretim maliyetlerinin düşürülerek toplumda birçok kesimin besine kolayca ulaşabilmesinin sağlanacağı şeklindedir. Olumsuz görüşler ise, gen teknolojisi ile üretilen besinlerin, toplumda görülen alerjik reaksiyonları artıracığı, antibiyotiklere dirençli mikroorganizmaların kısa sürede gelişeceği, ekolojik açıdan zaman içinde dünyadaki genetik çeşitliliği azaltacağı, ekonomik açıdan dışa bağımlılığı arttıracığı ve özellikle küçük çiftçilerin bundan zarar göreceğini ileri sürmektedirler. Gen teknolojisinin oldukça yeni olması ve çok hızlı gelişmesi nedeniyle ileri sürülen bütün görüşleri kesin olarak ispatlayacak kadar yeterli bilimsel veri bulunmamaktadır. Zaman içindeki gözlemler ve araştırmalar bu alana daha iyi ışık tutacaktır.²

GDO'lu ürünlerin üretimi, tüketimi vb. kayıtlar bilimsel platformlarda hâlâ tartışılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş organizmaları destekleyen gruplar, bu teknolojinin besin kalitesinin ve sağlığa yönelik faydalarının artırılmasında, meyve ve sebzelerin raf ömürlerinin ve organoleptik kalitelerinin iyileştirilmesinde, bitkisel ve hayvansal ürün veriminin artırılmasında, oral yolla alınabilen aşı ve ilaç üretiminde, insan hastalıklarının tedavisi ve organ nakli için kullanılmasında ve çevresel olarak birçok faydaları olacağı görüşündedirler. Bu organizmaları eleştirenlere göre ise; besin kalitesindeki değişiklik, gıda güvenliği, alerjik reaksiyonlar ve bunların toksik etkileri ile ilgili önemli riskleri olabileceği ve genetiği değiştirilmiş ürünlerin etiketlenmesi, çevresel ve çeşitli grupların kaygıları ile dini, kültürel ve etik sorunların olduğu/olacağı yönündedir.³

İkinci Dünya Savaşından sonra dünya nüfusu hızla artmaya başlamıştır. Artan nüfusun beslenme gereksinimlerinin karşılanması için “Yeşil Devrim” olarak adlandırılan bir gelişme yaşanmıştır. Bu devrim; dar alanda en yüksek düzeyde ürün alınabilmesi için tarım ilaçlarının, kimyasal gübrelerin ve fazla miktarda su kullanımını içermektedir. Yeşil devrim

sonrası tarımsal üretim belirgin bir biçimde artış göstermiştir. Çevre sağlığının insan sağlığı üzerindeki etkileri 1970'lerde araştırılmaya ve tartışılmaya başlanmıştır. Hatalı kullanılan tarım ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin insan sağlığına zarar verdiği gözlenmiştir. Bazı tarım ilaçları yasaklanmıştır. Zamanında kurtarıcı olarak gösterilen yeşil devrim geride çevre kirliliği gibi ciddi bazı yan etkiler bırakmıştır. Topraklar kirlenmiş, su kaynakları hızla azalmaya başlamıştır. Bunun üzerine artan dünya nüfusunu beslemek için yeni çözümler aranmaya başlanmıştır. Paul Berg, 1972'de genetiği değiştirilmiş ilk DNA molekülünü oluşturmuştur. Bir yıl sonra Stanley Cohen, Annie Chang, Herbert Boyer ilk genetiği değiştirilmiş organizmayı keşfetmişlerdir. Dört farklı ekip ilk genetiği değiştirilmiş bitkileri 1983 yılında bulmuşlardır. *Bacillus thuringiensis*'in (Bt) 1995 yılında mısır ekimi yapılarak, GDO etiketleme kuralları 1998 yılında belirlenmiştir. Sonuç olarak, GDO “dünyadaki açlığa çözüm” olarak insanlığın hizmetine sunulmuştur.⁴

Biyoteknolojideki gelişmeler sayesinde bir organizmadan, diğer organizmalara uygun genlerin aktarılması mümkün hale gelmiştir. Bu teknoloji, ilk zamanlar mısır ve pamukta olduğu gibi zararlılara dayanıklı ve soyada olduğu gibi de herbisitlere dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için kullanılmıştır. Bugün bu teknoloji, bitki ve hayvanları çok farklı amaçlar yönünde değiştirmek ve geliştirmek için kullanılmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları özellikle son yıllarda yoğun olarak tartışılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş ürün endüstrisi artarak yaygınlaşmaktadır. Dünyada GDO'lu ürünlerin ekim alanı 1996'da 1,7 milyon hektar iken 2000 yılında 44,2 milyon hektara çıkmıştır.⁵ Yapılan bir araştırmada 23 ülkede 2007 yılındaki GDO'lu ekim alanının toplam 143 milyon hektar olduğu bildirilmiştir. En yaygın ürünlerin ise soya, pamuk, mısır ve kanola olduğu kaydedilmiştir.⁶

GDO'ların Kullanım Alanları ve Amaçları

Bitkilerde Kullanımı

Bitki biyoteknolojisi ve özellikle gen teknolojisi alanındaki gelişmelerin 1980'li yıllardan itibaren hız kazandığı, ilk transgenik ürün bitkisi olan uzun raf ömürlü domates “Flavr Savr” adı ile 1996 yılında pazara sürüldüğü kaydedilmiştir. Bunu, gen aktarılmış mısır, pamuk, kolza ve patatesin izlediği bildirilmiştir.⁷ Kültür bitkilerinde geliştirilmesi düşünülen özelliklerin çoğu birçok genin interaksyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak bitkilerin gen teknolojisi kullanılarak değiştirilmesinde çoğunlukla, basit kalıtım takip eden özellikler üzerinde durulmaktadır. Bugüne kadar aralarında birçoğu kültür bitkisi olmak üzere 150 kadar türde gen teknolojisinin kullanıldığı vurgulanmaktadır. Dünyada neredeyse gen teknolojisi kul-

lanılarak değiştirilmeyen hiçbir kültür bitkisinin kalmadığı savunulmaktadır. Bitkilerde uygulanan gen teknolojisinin hedefi, mevcuda göre daha üstün özelliklere sahip bitkilerin geliştirilmesidir. Üzerinde durulan karakterler ve yapılan çalışmalar daha çok; zararlılara, hastalıklara, herbisitlere ve strese dayanıklılık, erkek kısırlığı, zehirli ve alerjik maddelerin azaltılması, olgunlaşma, ornamental bitkiler, sekonde metabolitlerin üretimi ve kirlenmiş toprakların temizlenmesi üzerine yoğunlaşmıştır.⁵ Tarımsal alanlarda yabancı otlar nedeniyle verimde oluşan kayıp dünya çapında %10-15 olarak tahmin edilmektedir. Geniş alanlarda yapılan tarımda bu nedenle genelde yabancı ot kontrolü için herbisitler kullanılmaktadır. Seçici olarak etki eden herbisitler (bromoksinil, sulfonylharnstoffe), belli morfolojik ve fizyolojik özelliklere sahip yabancı otları öldürmektedir. Bazı seçici herbisitler uzun süre toprakta kalabildiklerinden taban suyuna karışmakta ve dayanıklı yabancı otların ortaya çıkması tehlikesini doğurmaktadır. Total herbisitler ise; toprakta çabucak çözünmektedir. Fakat bunlar hem yabancı otlar hem de kültür bitkileri için aynı derecede toksiktirler. Gıda üretiminde kullanılan GDO'lar herbisitlere ve zararlılara karşı yüksek direnç göstermektedir. Herbisitlere dayanıklı transgenik bitkiler, herbisitlerdeki etkin maddedi inaktif hale getiren ve herbisit hücüm ettiği alanı zarar meydana getirmeyecek şekilde değiştiren proteinleri kodlayan dayanıklılık genlerine sahiptirler. Bu dayanıklılık genleri ya mikroorganizmalar ya da doğal olarak dayanıklı bitkilerden izole edilmektedir.^{8,9,10}

Hayvan Beslemede Kullanımı

Transgenik ürünler içerisinde mısır, soya, kolza-kanola, pamuk, yonca, çeltik, şeker pancarı yer almaktadır. Tüm çeşitler içerisinde en büyük pay soya, mısır, pamuk ve kolzaya aittir. Örneğin; doğal bir böcek ilacı olarak kullanılan ve bir toprak bakterisi olan "*Bacillus thuringiensis*'ten" (Bt) alınan genin, pamuk ile mısır tohumuna aktarılması sonucu, böceğe dirençli yeni bir pamuk ve mısır bitkisi elde edildiği bildirilmektedir.⁶ Yine soya ve kolza bitkilerinin de pestisitlere karşı dayanıklılığı sağlanmış, patatesin ise; virüs ve patates zararlısına karşı dayanıklı hale getirildiği bildirilmiştir. Yeşil kurda ve pestisitlere dayanıklı patates ürünleri geliştirilmiş, domatesin; raf ömrü uzatılmış ve aromasının artırıldığı kaydedilmiştir.¹¹

Kanatlı Beslemede Kullanımı

Son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar, özellikle kanatlı hayvan beslemede kullanılan; besleyici öğeleri (amino asit, protein, yağ, karbonhidrat) artırılıp, besleyici değeri olmayan maddeleri azaltılmış

transgenik yem maddeleri üzerinde odaklanmıştır. Kanatlı beslemede transgenik yemlerin kullanılmasının bir yönü de bu tür yemlerde, generasyonlar arası sürenin kısa ve metabolizmasının hızlı olmasıdır. Kanatlı karmalarında transgenik yem kullanılmasından kaynaklanabilecek etkiler, kısa sürede ortaya çıkabilmektedir. Kanatlı beslemede transgenik yem kullanılması durumunda, besi performansı bakımından klasik yem maddeleriyle aralarında önemli bir farklılığın bulunmadığına ve bunun da söz konusu yem maddelerinin yapısındaki rekombinant DNA'nın hayvanların sindirim sisteminde parçalanmasından kaynaklandığına ilişkin bilgiler bulunmaktadır. Transgenik mısır veya soya içeren karma yemlerle beslenen kanatlı hayvanların dokularında hiçbir rekombinant DNA'nın bulunmadığına dair araştırma sonuçları bulunmakla beraber; broyler ve yumurta tavuğu rasyonlarında transgenik yem maddelerinin kullanılması durumunda, bu hayvanların karaciğer, dalak ve böbreklerinde transgenik DNA'nın bulunduğunu, ancak yumurtada veya altıkta bulunmadığını bildiren çalışmaların da mevcut olduğu bildirilmiştir. Bunlar; kanatlı beslenmesinde transgenik yem kullanıldığında, hayvansal dokularda birikim yapıp yapmadığına ilişkin belirsizlikleri ve tartışmaları da beraberinde getirmektedir.^{12,13}

Genetik Değiştirme Teknolojisi

Biyoteknoloji

GDO'nun, uluslararası literatürde kısaltılmış şekliyle "GM" veya "GMO" olarak geçen "Genetically Modified Organisms"ın Türkçe karşılığı olduğu bildirilmektedir. Bu yöntemde; istenen gen, enzimler aracılığı ile alınarak bakteriye aktarılmakta, ardından bakteri yardımıyla istenilen organizmaya transfer edilmektedir. Transferdeki önemli noktalardan biri de gen transferinin gerçekleştiğini saptamak amacıyla transfer edilecek gen ile birlikte antibiyotik dayanıklılık geninin de transfer edilmesidir. Transfer sonrası kültürde antibiyotik uygulaması yapıldığı halde gelişmeye devam eden organizmalarda transfer işleminin başarılı olduğu anlaşılmaktadır. Dünyada genetiği değiştirilmiş organizma üretiminin hızla arttığı ve hayatın her alanında karşımıza çıktığı kaydedilmiştir.¹⁴ GDO'lu üretimin 1996 yılında ekim alanı 1.7 milyon hektar iken, 2005 yılında 400 milyon hektara ulaştığı belirtilmektedir.^{15,16} GDO'lu ürünlerin dokuz yıl içinde 200 kat fazla artmasının sebepleri arasında, bu ürünlerin dayanıklı olması ve kimyasal uygulamaya gerek duyulmaması olduğu kaydedilmiştir. Diğer sebepleri arasında ise; dünya nüfusunun hızla artması, az gelişmiş ülkelerdeki insanların yetersiz beslenmeleri ya da hiç beslenememeleri, bitkisel ve hayvansal üretimde verimliliğin artırılmak istenmesi ve

gıdaların besin değerinin düzenlenmesi gibi durumlar yer almaktadır.¹⁷ Dünyada ekonomik öneme sahip ürünlerin %15'i GMO olup, bunun %46'sının soya, %36'sının mısır, %14'ünü pamuk ve %4'ünü ise kolzanın oluşturduğu belirtilmektedir. İran'da dört bin hektarlık alanda biyoteknoloji ürünü olarak pirinç yetiştirildiği bildirilmektedir.^{14,18} Bunlara ilave olarak; buğday, ayçiçeği, domates, patates, papaya ve yer fıstığı gibi gıdaların da transgenik olarak üretildiği bildirilmektedir.¹⁹ İnsan ve iplikkurdu genleri tütün bitkisine aktararak tütün bitkisinin patojenlere dayanıklılığının sağlandığı belirtilmektedir.²⁰ İnsana ait insülin benzeri büyüme hormonu (IGF-I) geni aktarılmış transgenik domuzlarda, %30 daha fazla fileto bel eti, %10 daha fazla yağsız karkas ve %20 daha az vücut yağı tespit edilmiştir.²¹ İnsan sütündeki lactoferrin seviyesi çiftlik hayvanlarına göre çok daha üst seviyelerdedir. İnsan lactoferrini, transgenik fare ve ineklerin sütlerinde yüksek seviyelerde üretilebilmiş ve bu hayvanlarda mastitise karşı direnç sağlandığı kaydedilmiştir.^{22,23}

GDO'ların Yararları

Besin Kalitesinin ve Sağlığa Yönelik Faydalarının Arttırılması

Gen aktarım teknolojisi ile protein kalitesi yükseltilecek ürünlerin esansiyel amino asit içeriklerinde (metiyonin ve lizin içeriği) artış sağlanabilmektedir. Böylece tavuklarda üremeyi olumsuz etkileyen lizin azlığı, tahıllarda çok az bulunan lizin miktarının arttırılması ile giderilebilmektedir. Gen aktarım teknolojisi ile; bazı kanser türlerinin, kalp hastalıklarının ve körlüğün gelişimini engelleyen anti-oksüdant vitaminlerin (karotenoidler, flavonoidler, vitamin A, C ve E) ve minerallerin ürünlerdeki düzeyi arttırılabilmektedir. Önemli bir anti-oksüdant olan likopenin genetiği değiştirilmiş domates ve domates ürünleri ile biberde bol miktarda bulunduğu belirtilmektedir. Doymuş yağ oranı yüksek olan yağlar, vücutta kolesterol üretiminden sorumludur. Doymuş yağ oranı düşük, doymamış yağ oranı daha yüksek olan yağlar sağlık açısından önemli olup, kızartma ve diğer işlemlerde kullanılmakta ve bu yağlar yüksek sıcaklık derecelerine dayanıklılık göstermektedir. Bu amaçla, yaygın olarak kullanılan kanola, soya, ayçiçeği ve yer fıstığı gibi bitkisel sıvı yağlardaki doymamış yağ asidi düzeyini daha da arttırmak amacıyla, bu bitkilerin genetiğinin değiştirilebildiği kaydedilmiştir.^{24,25,26}

Meyve ve Sebzelerin Raf Ömrü ve Organoleptik Kalitelerinin Arttırılması

Calgene Şirketi'nin ürettiği "Flavr Savr" domateslerinin, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (USFDA) tarafından onaylanan ilk genetiği değiştirilmiş ürün olduğu bildirilmektedir. Bu domateslerin; olgunlaşma, yumuşama ve çürüme süreçleri geciktirilmiş, uzun raf ömrüne sahip bitkiler olduğu belirtilmiştir. Olgunlaşma ve yumuşama, büyük ölçüde, meyve hücreleri tarafından oluşturulan etilen üretimine bağlı olarak meydana gelmektedir. Etilen üretiminde rol oynayan genlerin kontrol edilmesi veya hücre duvarını bozan bir enzim olan poligalakturonaz enziminin baskılanarak pektin yıkımının ertelenmesi ile meyve ve sebzelerdeki olgunlaşma geciktirilebilmektedir.²⁷ Çilek; farklı çevrelere adapte olabilen, vitamin, mineral ve antioksidan içeren ekonomik değeri yüksek bir meyve olarak bilinmektedir. Bu sebeple son yıllarda üretimi yaygınlaşmıştır.^{28,29}

Aşı ve İlaç Üretiminde Kullanımı

GDO'ların hem gıda hem de ilaç olarak etki edecek ürünler halinde tüketilebileceği bildirilmektedir. Örneğin; brokolinin anti-oksüdant, çayın ise flavonoid içeriğinin zenginleştirilebildiği, patates, muz ve domatesin ise; aşı depolamak amacıyla genetik olarak değiştirilebildiği kaydedilmiştir. Çiğ olarak tüketilen muz gibi bazı tropik ürünlerin; hepatit, kuduz, dizanteri, kolera ve ishal ve diğer bazı bağırsak enfeksiyonlarına karşı kullanılabilen proteinleri üretmek için genetik olarak değiştirilebildiği belirtilmektedir.^{30,31}

İnsan Hastalıklarının Tedavisinde ve Organ Naklinde Kullanımı

Genetiği değiştirilmiş hayvanların, hemofili hastaları için pıhtılaşma faktörü veya diyabet hastaları için insülin gibi farmakolojik proteinleri üretmek amacıyla kullanıldıkları belirtilmektedir. Ayrıca; keçi, koyun ve domuz gibi bazı çiftlik hayvanlarının klonlanmasıyla, insana nakil için uygun olan kalp, karaciğer, böbrek ve fetal hücreleri vb. geliştirmenin mümkün olabileceği kaydedilmiştir.³²

Bio-fabrikalar ve Endüstriyel Alanda Ham Materyal Olarak Kullanımı

Genetiği değiştirilmiş organizmaların ilaç endüstrisinde; vitamin, monoklonal antikor, aşı, antikanser bileşikler, anti-oksüdantlar, plastikler, fiberler, pol-yesterler, afyonlu ilaçlar/uyku ilaçları, interferon, insan kan proteinleri ve karotenoid üretmek, gıda endüstrisinde ise; protein, enzim, stabilizatör, kıvam artırıcı, emülgatör, tatlandırıcı, koruyucu, renklendirici ve tat verici gibi gıda karışımlarını üretmek amacıyla kullanıldıkları bildirilmektedir.^{33,34}

Çevresel Faydaları

Tarımsal amaçlı bitkilerin çoğu; genetiği değiştirilerek viruslar, böcekler, yabancı otlar, herbisitler, hastalık ve çeşitli çevresel etkenlere karşı direnç kazandırılmaktadır. İnsektisit direncinin yanında bazı bitkiler herbisit uygulamalarına da dayanıklı hale getirilmek için genetik olarak değiştirilmektedir. Herbisite dayanıklılığın artmasının, bitkilerin büyüdüğü toprağın daha az işlem görmesi veya hiç işlem görmemesini sağladığı, toprak erozyonunun ve su kaybının azalmasına sebep olduğu, ayrıca; toprak mikrofauna ve mikroflorasının korunmasında yardımcı olduğu bildirilmektedir.³²

GDO'ların Zararları-Riskleri

Besin Kalitesindeki Değişiklik ve Gıda Güvenliği

Gıda ürünlerine aktarılan transgenlerin, gıdaların besin değerini artırarak, besinsel özellikleri değiştirebildiği bildirilmektedir. Bu durum; genetiği değiştirilmiş ürünler ve geleneksel eşdeğerleri arasında farklılığa neden olmaktadır. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin sağlık üzerinde, özellikle uzun dönemde meydana getirebileceği etkiler üzerinde henüz tam/net bir bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle GDO'ların sağlık açısından riskleri göz önüne alınarak etiketleme yoluyla tüketicilerin bilgi edinme ve seçme hakkının sağlanması gerektiği düşünülmektedir. GDO'lu ürünlerin gıda güvenirliliği değerlendirildiğinde, GD ürün türevli gıdalardaki rekombinant DNA'nın, insana yatay gen transferi ve bunun insan sağlığı için sonuçlarının önemi üzerinde durulmaktadır. Gıda ürünlerine aktarılan genlerin, insan bağırsak mikroflorasında veya insan ya da hayvan genomunda yer alıp almadığı ve bunun sonuçlarının ne olacağı henüz açıklığa kavuşturulmamıştır. Tüketilen bütün gıdaların canlılardan geldiği ve DNA'nın tüm canlıların bileşenlerinden birisi olduğu dikkate alınırsa, gıda ürünleri ile birlikte DNA'nın da vücuda alındığı bir gerçektir. Vücuda alınan DNA, sindirim sisteminde parçalayıcı etkiye sahip olan çeşitli parametrelere (örn; sıcaklık, pH, basınç, reaktif kimyasallar (radikaller) ve enzimatik aktivitelere (eksonükleazlar ve DNAaz I ve DNAaz II gibi endonükleazlar) maruz kaldığı için, parçalanıp sindirildikten sonra vücuttan dışarı atılmaktadır. DNA, memeli bağırsağında genellikle hızla parçalanmakla birlikte bu parçalanma tamamen ve biranda olmamakta ve bazen DNA stabil/kararlı kalabilmektedir. Eğer GDO'lar DNA parçalanmadan ince bağırsağın son kısmı, körbağırsak ve kolon gibi DNA parçalama aktivitesinin en az olduğu sindirim sisteminin (gastrointestinal sistemin) bu bölgelerine ulaşırsa, mikrofloranın çıplak DNA'yı hücre içine alma olasılığı ve/veya riski ortaya çıkmaktadır.^{35,36}

Mikrofloradaki bakteriler hücre içine aldıkları yabancı DNA'nın kendi genomlarına katılmasını engelleyen mekanizmaya sahip olmalarına rağmen, bakteriyel kökenli genlerin bakteriler tarafından metabolizmaya dahil edilmesinin teorik olarak mümkün olduğu bildirilmektedir. GDO üretimi sırasında, markır gen olarak kullanılan antibiyotik direnç genleri, çoğunlukla bakteriyel kökenli olup; bu açıdan en çok tartışılan olasılık olarak değerlendirilmektedir. GDO'lu ürünlerin tüketilmesi ile bu antibiyotik direnç genlerinin insan bağırsak mikroflorasına veya patojen mikroorganizmalara aktarılması doğada zaten yaygın bir olgu olan mikroorganizmalarda antibiyotiğe karşı direnç düzeyinin artmasına yol açabileceği düşünülmektedir. Bu durum, patojen mikroorganizmaların sebep olduğu hastalıkların tedavisi için antibiyotiklerin terapötik etkisini ortadan kaldırarak insan ve hayvan sağlığı için bir risk oluşturabilmektedir. Tüketilen GDO'lu gıdalardaki DNA'nın memeli hücrelerine aktarılması ve böylece yatay gen transferinin insana aktarılması gıda güvenliği açısından ele alınan diğer bir konudur. Gıdalardaki çeşitli kökenden DNA parçacıklarına (örn; bitki, hayvan, mikroorganizma, virus) maruz kalan bağırsak mukozasındaki epitel hücrelerin, devamlı olarak dökülmesi ve yenilenmesi ile söz konusu DNA parçacıklarının vücuttan atılacağı ve bu nedenle sağlık açısından önemli bir risk oluşturmayacağı düşünülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda, mısırla beslenen sığır ve tavuklarda mısır kloroplast DNA'sının çeşitli dokulara girdiği bildirilmiştir.^{37,38} Yine fareler üzerinde yapılan deneysel araştırmalarda, çift zincirli M13 bakteriyofaj DNA ile beslenmeyi takiben, birkaç saat içinde incelenen farelerde, DNA fragmentlerinin tamamen parçalanmadığı, kan dokusu ve diğer çeşitli dokulara ulaştığı ve fare DNA'sına kovalent olarak bağlandığı tespit edilmiştir. Ayrıca hamile farelere yedirildiği zaman transplasental transferin olduğu görülmüştür. Tüketilen gıdalardaki DNA'nın somatik hücreler tarafından alındığı saptanmış olmasına rağmen, şimdiye kadar eşey hücrelerinde bu durum kanıtlanamamıştır.³⁹

GDO'lu Gıdalardan Kaynaklanan Alerjik Reaksiyonlar ve Toksik Etkiler

GDO'lu ürünlerin potansiyel yararlarının yansısı, insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek zararlarının veya risklerinin de olabileceği düşünülmektedir. Bir ürünün alerjik proteinini kodlayan geninin bir başka ürüne transferi ile zaten alerjik olduğu bilinen bir besinin bu özelliğinin daha da artması veya yeni alerjik proteinlerin ortaya çıkmasının söz konusu olabileceği düşünülmektedir.⁴⁰ Gen aktarım teknolojisi ile organizmaya yerleştirilen yeni genin özellikleri, insanlar için alerjik reaksiyonlara neden olabilmekte

veya mevcut alerjik reaksiyonları şiddetlendirebilmektedir. Bu konunun ciddiyeti, Brezilya fındığında bulunan bir genin soyaya aktarılması ile sağlanan gen modifikasyonunun, Brezilya fındığına alerjisi olan tüketicilerde alerjik reaksiyonlara neden olması ile somut olarak kanıtlanmıştır.⁴¹

GD Gıdaların Etiketlenmesi ile İlgili Kaygılar

Avrupa Birliği yönetmeliklerinde herhangi bir gıda ürünü, geleneksel benzerlerinden farklılaştığı anda GDO kökenli olduğunun etiketlenmesi gerektiği bildirilmektedir. ABD'de ise; gıda kaynaklarının (et ve kümes hayvanları hariç) güvenilirliği ve sağlıklı olması ABD Gıda ve İlaç İdaresi (USFDA) tarafından düzenlenmektedir. Bu ajans, GDO'ların etiketlenmesine karşı olduğunu bildirmiştir. Çevre Koruma Ajansı (EPA) gıda güvenliği bakımından, GDO'lara karşı tüketicilerin korunmasına özel önem verilmesi gerektiğini belirtirken, Amerikan Tıp Birliği bu ürünlerin etiketlenmesinin zorunlu olmasını ve genetiği değiştirilmiş gıdalar için tüketici güvenliğinin netleştirilmediğini savunmaktadır.

Eleştirilenler; GD ürünlerin etiketlenmesinin, tüketilen belirli gıdaların beklenmeyen neticelerini izlemek için tüketiciye yardım edeceğini ve şu sebeplerden dolayı etiketlenmenin faydalı olacağına inanmaktadırlar: (i) Etiketleme, özellikle bu ürünleri (örneğin; sağlığa faydalı olan) tüketmek isteyen veya etik, kültürel ve dini sebeplerle bu ürünlerden uzak durmak isteyen tüketicilere imkân tanır, (ii) Üreticilerin, artırılmış lezzet, uzun raf ömrü ve böcek direnci gibi tüketiciye cazip gelen iyi satış hususları konusunda ürün kalitesini vurgulamalarına imkân tanır, (iii) Etiketsiz ürün, tüketicinin ürünün kimliğini bilme şansını ortadan kaldıracaktır.

GD ürünleri etiketleme karşıtı olanlar ise şu sebepleri savunmaktadır. (i) Etiketleme, GDO'lar hakkında kötü imaj uyandırabilir, geleneksel gıdalardan farklı olarak etiketli GDO'ların farklı etkilere sahip olduğu düşünülerek yanlış anlaşılmalara yol açabilir ve tüketiciler bu konuda tedirgin edilebilir, (ii) Gıda olarak tüketilecek olan GDO'lar aynı zamanda gıda karışımında da bulunabileceğinden etiketlenmenin bütün gıda zincirinde devam ettirilmesi gerekir. Bu durum büyük bir güçlüğü de beraberinde getirecektir, (iii) Etiketleme maliyetinden dolayı bu ürünlerde fiyat artışına sebep olabilir.^{42,43,44}

Çevresel Kaygılar

GDO'ların çevre üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etkileri ve özellikle türler arasındaki gen kaçışının doğal ekosistemde oluşturacağı riskler yaygın olarak tartışılmaktadır. GDO, 1972'de Stockholm Konferansı'ndan bu yana dünyada çevre ko-

runması konularında tartışmaların odağı olmuştur. Bitkiler arasında gen alışverişi hayvanlara göre daha kolay olduğundan gen kaçı, genetiği değiştirilmiş bitkilerin en önemli risklerindendir. Çevreciler, genetiği değiştirilmiş ürünlerin geniş alanlara ekimi durumlarında, çevresel risklerinin medya gelebileceği konusunda kaygı duymaktadırlar. GD bitkiler, doğal türlerle rekabet ederek onların ortadan kalkmasına da neden olabilirler. Bitkilere aktarılan genlerin çapraz tozlaşma ile yabancı türlere geçmesi durumunda çok zor ortadan kaldırılabilecek yabancı türler oluşabilir. Bu durumun, tarımsal kimyasallara (herbisit, pestisit ve gübreler) olan bağılılığı artırarak çevresel kirliliğin de artmasına neden olabileceği bildirilmiştir.^{45,46}

Biyolojik ve Genetik Çeşitliliğin Tehdidi

Çevre açısından ciddi tehlikelerden biri de, genetiği değiştirilmiş bitkilerin çevreye salındıktan sonra doğal türlerde genetik çeşitliliğin kaybına, ekosistemdeki tür dağılımının ve dengenin bozularak genetik kaynakları oluşturan yabancı türlerin doğal evolüsyondan sapmalarına neden olabileceğidir. Bu açıdan genetik kaynakları zengin ülkelerin (ülkemizde dahil olmak üzere) gen kaynaklarının tehdit altında olabileceği düşünülmekte, genetiği değiştirilmiş bitki türleri ile rekabet edemeyen doğal türlerin hızla kaybolmasının genetik çeşitliliğin yanı sıra biyolojik çeşitliliği de tehdit ettiği bildirilmektedir.⁴⁷ Karasal biyoçeşitliliğin yaklaşık %80'inin gen aktarımı teknolojisi için gereken hammaddeleri sağlayabilen ülkelerde olması ise tehdidin farklı bir boyutunu oluşturmaktadır. Ayrıca ekim alanlarında genetiği değiştirilmiş ürünler diğer ürünlerle çapraz kontaminasyona maruz kalabilmektedir. Polen transferi ya da tohumların dağılması gibi durumların kontrol edilmesinin zor olduğu kaydedilmiştir.⁴⁸

Çeşitli Grupların Kaygıları - Dini, Kültürel ve Etik Kaygılar

Hayvan hakları grupları, genetik mühendisliğinin hayvanlarla yapılan araştırmalarına ve klonlamaya her türlü hayvan kullanımına şiddetle karşı çıkmaktadırlar. Organik tarımcılar ise etiketleme olmamasından dolayı GDO gıdaların organik gıdalara ulaşımı engelleyeceği ve insanların organik gıdalara ulaşmasının güçleşeceğinden korkmaktadırlar. Bazı kişiler ise, GDO'ların doğal benzerlerinden ayırt edilememesi, tüketici seçme hakkının ihlali gibi sebeplerin yanı sıra, kişisel, etik, kültürel ve estetik nedenlerle GD gıdalara karşı çıkmaktadırlar. Genetiği değiştirilmiş ürünler bazı inanışlarda etik sorunlara da neden olmaktadır. Örneğin; Müslümanlar, Hindular ve Yahudiler gibi bazı inanç grupları, içinde böcek, hayvan ve insan geni olan meyve ve sebzeleri tüketmeyi red etmekte-

dirler. Dinsel inançlar gereği, Müslümanlar ve Yahudiler, genetik olarak değiştirilmiş gıdaların dini kısıtlamalara aykırı olmadığından emin olmak istemektedirler. Örneğin; hem Müslümanlar hem de Yahudiler domuz geni taşıyan tahılların tüketimine karşıdır ve genellikle helal gıdalarda bu özelliğin olmamasına itina göstermektedirler. Benzer şekilde bazı vejeteryenler hayvan geni içeren meyve ve sebzeleri tüketmek istememektedir. Diğer kaygılar arasında, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri, doğanın bozulması, alerjenite, yabani otların çoğalması gibi kaygılar yer almaktadır.⁴⁹

Bilinmeyen Korkular

Tüketicilerin, aynı zamanda öldürücü mikroorganizmalar veya süper bitkilerin alan denemeleri ve alan testleri sırasında serbest kalabileceği ve biyoteknoloji laboratuvarlarındaki kazaların insan ve hayvan popülasyonunu tehdit eden toksik ajanlar, zehirler veya biyolojik toksinlerin serbest kalmasına yol açabileceği gibi “bilinmeyen korkulara” sahip oldukları bildirilmektedir.³²

Hukuki Boyut

Avrupa Birliği (AB)'ne aday devletler, “Cartagena Protokolü” olarak bilinen Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması Biyogüvenlik Protokolü'nü kabul etmiş durumdadır. Birleşmiş Milletler (BM) Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması gereğince hazırlanan Protokol, 130'dan fazla ülke tarafından 29 Ocak 2000 tarihinde Fransa'da kabul edilmiştir. Bu protokol, Türkiye de 24 Mayıs 2000 tarihinde imzalanmıştır. Sağlık ve çevre riskleri göz önüne alınarak, ithalatçı ülkelere bazı GDO'lu ürünlerin ithalatını yasaklama olanağı veren protokol, 11 Eylül 2003'te yürürlüğe girmiştir. Haziran 2004'te, üye ülkelerin Çevre Bakanları Konseyi ve Avrupa Parlamentosu, Cartagena Protokolü'nün uygulanmasına ilişkin politik bir anlaşma sağlamışlardır. Konsey ve Parlamento'nun anlaştığı temel konular şunlardır: “GDO'lar, ithal edilecek ülkenin yazılı izni olmaksızın ihraç edilemez, bilgiye ulaşım esastır, ihracatçı firma ürün hakkında bildirimde bulunmak zorundadır. AB tarafından onaylanmayan GDO'lu ürünler, 3'üncü ülkelere ihraç edilmemelidir.”⁵⁰

Brüksel'de 20 Eylül 2004 tarihinde yapılan toplantıda ise; genetik olarak değiştirilmiş mısırın ithali, üye ülkeler tarafından kabul edilmemiştir. Monsanto adlı firmanın ürettiği mısırın ithali için yapılan oylamada gerekli çoğunluk sağlanamazken, bu oylama GDO'lu bir ürüne destek sağlamaya çalışan Avrupa Komisyonu'nun yenilgisi olarak değerlendirilmiştir. Zehirli bir kimyasal üreterek zararlı böceklerle karşı direnç kazanan mısır, Fransızların çoğunlukta olduğu bir grup bilim insanı tarafından ciddi bir şekilde ince-

lenmektedir. Fransız Genetik Mühendisliği Komisyonu, sıçanların söz konusu mısırla beslenmesi sonrası elde edilen sonuçlara dikkat çekerek, GDO'lu mısırla beslenen sıçanların akyuvar sayılarında, böbrek ağırlıklarında ve albumin/globulin oranlarında önemli değişimler gözlemlendiğini bildirmiştir. Öte yandan GDO ihracatçısı ülkeler (ABD, Kanada ve Avustralya) Şili, Uruguay ve Arjantin'in de desteğini alarak GDO'ların serbest ticaretinden yana bir politika benimsemişlerdir. ABD'de genetik olarak modifiye edilmiş ürünler Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration-FDA), Çevre Koruma Dairesi (Environmental Protection Agency-EPA) ve ABD Tarım Bakanlığı, Hayvan ve Bitki Sağlık Denetim Servisi olmak üzere üç resmi kurumun denetimindedir. ABD'de GDO'ların etiketlenmesi ile ilgili bir zorunluluk olmamakla birlikte ürünün besin değerinde bir değişim mevcutsa veya sağlıkla ilgili bir uyarı gerektiriyorsa etiketlenmesi gerekmektedir. ABD'de GDO'ların etiketlenmesine sıcak bakılmamaktadır. Çünkü bu durum genetik modifiye ürünlerin ayrı üretilip işlenmesini gerektirmekte, bu da ekonomik yük getirmektedir. AB'de ise; üye ülkelerin tümünde yürürlüğe giren yönetmeliğe göre, içeriğinde yüzde 0,9'dan daha yüksek oranda genleri değiştirilmiş madde bulunan gıda ürünleri üzerinde, bunu belirten bir ibare yer alması zorunlu tutulmaktadır. Genleri ile oynanmış mısırdan elde edilmiş glukoz şurubu içeren gıda ürünleri, rafine yağlar, bonbonlar, çikolatalı ürünler, bira ve şaraplar bu kapsama girmektedir. Buna karşılık, genleri ile oynanmış yemlerle beslenmiş hayvanlardan elde edilen et, süt ve yumurta gibi ürünlerin etiketlerinde bu duruma işaret edilmesi söz konusu değildir.^{51,52,53} GDO'ların insan sağlığı üzerine etkileri konusunda yapılan araştırmalar sonucunda antibiyotiklere karşı direnç, alerjenite ve toksisite gibi etkiler tespit edilmiştir. Ancak GD ürünlerin sağlık üzerinde, özellikle uzun dönemde yaratabilecekleri etkiler üzerinde henüz tam bir bilgi bulunmamaktadır.⁵⁴

Biyogüvenlik ve Türkiye'deki Durum

AB ülkelerinin ve Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 107 ülkenin 2000 yılında imzaladığı Cartagena Biyogüvenlik Protokolü'nün gereğini yerine getirmek amacıyla, ayrıca; TÜBA ile TÜBİTAK'ın oluşturduğu “Biyoteknoloji/Gen Mühendisliği Çalışmalarında Düzenleyici Kuralların Belirlenmesi konulu çalışma grubunun da önerisiyle Ulusal Biyogüvenlik Komitesi kurulmuştur. Komite, halen ulusal biyogüvenlik mevzuatlarının AB mevzuatları ile uygunluğunun sağlanması ve yürürlüğe girmesi için Acil Eylem Planı hazırlık çalışmalarını sürdürmektedir. Protokol, insan sağlığına ilişkin riskleri de dikkate alarak biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kullanımına ve korun-

masına etkisi olabilecek tüm GDO'ların sınır aşan hareket, transit, ele alınış ve kullanımını kapsamaktadır.^{55,56} GDO konusu ülkemizde son günlerde sıkça gündeme gelmekte ve GDO'lu ürünlerin tespiti 2002 yılından itibaren uluslararası akreditasyon belgesine sahip TÜBİTAK-MAM (Marmara Araştırma Merkezi)'da ve yetkilendirilmiş diğer laboratuvarlarda yapılabilmektedir.⁵⁷

Korunma ve Kontrol

Genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında devam eden çok sayıda çalışmaya rağmen yeterince araştırma sonucu olmadığından zararları veya yararları konusunda kesin bir yargıya varmak şu an için mümkün değildir. Bu alanda, çevremize ve gelecek nesillere etkileri olabilecek risklerin en aza indirilmesi ve bunun için gerekli önlemlerin alınması göz ardı edilmemelidir. Ülkemiz açısından ele alınacak olursa; konu hakkında yeterli verilere ulaşmadan sırf ekonomik kaygılarla bu ürünlere dört elle sarılmak doğru olmadığı gibi, tam anlamıyla bu teknolojinin dışında kalmak da mantıklı görülmemektedir. Ayrıca, Türkiye'nin buğday, arpa, baklagiller ve şeker pancarı gibi ana besin kaynaklarını oluşturan bitkilerin dışında birçok meyve ve sebzenin de doğal gen kaynaklarının bulunduğu bir ülke olduğu göz önüne alındığında, biyoteknolojik ürünlerin kullanımı ve çevreye salımı konusuna daha duyarlı yaklaşılması gereği ortaya çıkmaktadır. Bu konuda alınabilecek önlemleri ise şu şekilde sıralayabiliriz: GDO'lu tohumların kontrolsüz alanlarda ekimine izin verilmemeli, gümrüklerde, iç piyasada etkin bir denetim sistemi kurulmalı, Türkiye GDO'lu ürünler konusunda kendi araştırmalarını yapmalı, teknolojisini kendi üretmeli, tarımda, girdiden çıktıya, tüm alanlarda bağımlılık zincirini kıran, kendi potansiyelini kullanan bir politika izlenmelidir. Organik tarım yaygınlaştırılmalı, ekosistemdeki ürünlerin doğallığı korunmaya çalışılmalıdır.^{2,58} GDO'lu ürünler hakkında bilgi sahibi olmak ve aydınlığa kavuşturulmamış riskler nedeniyle non-GMO yazılı ürünlerin ve organik gıdaların tüketilmesi konusunda halkın bilinçlendirilmesi gerekmektedir.⁵⁹

SONUÇ

Modern biyoteknoloji ile elde edilen ürünler tüketime sunulmadan önce, allerjenite ve toksisite yönünden incelenmelidir. Ayrıca, söz konusu ürünler, besin maddeleri özellikleri ve ekonomik açıdan da incelenmeye alınmalıdır. Bu durum, insan ve hayvan sağlığı açısından bir zorunluluktur. Transgenik bitkilerin ticari boyutlarda uygulamaya aktarılmasına bağlı olarak, evrensel boyutlu bir biyogüvenlik kaygısı da söz konusu olmaya devam edecektir.⁶⁰ Sağlık ve çevre açısından birçok riskin söz konusu olması nedeniyle, özellikle

AB ülkelerinde, kısıtlayıcı düzenlemelerin yürürlüğe konulmasına karşın, başta ABD olmak üzere bazı ülkelerde transgenik mısır, soya, kanola, pamuk ve patates gibi önemli bitkilerin ekimi yaygın olarak yapılmaktadır.⁶¹ Ülkemizde ise, bitkisel biyoteknoloji, çok yönlü ele alınması gereken kapsamlı bir alandır. Her türlü yasal düzenlemelerin tek elden yapılmasına, ülkenin coğrafi yapısı ile bitkisel gen kaynaklarının durumu dikkate alınarak Avrupa Birliği'nin bu konudaki kurallarının benimsenmesine ve uluslararası sözleşmelerden kaynaklanan yükümlülüklerin yerine getirilmesine özen gösterilmelidir.⁵⁷ GDO'lu ürünler neredeyse %30 daha ucuz oldukları için tüketiciji etkilemekte ve tercih sebebi olmaktadır. Bu konuda tüketiciler bilinçlendirilmeli ve aldıkları ürünlerin etiketlerini incelemeleri gerektiği konusunda uyarılmalıdır.⁶² Çoğu ürün GD ürünlerle benzerlik gösterdiği için ayırt etmede güçlükler yaşanmaktadır. Bu yüzden ürün etiketleri dikkatli okunmalıdır.⁵ Organik tarım yaygınlaşmalı, ekosistemdeki ürünlerin doğallığı korunmaya çalışılmalıdır.^{36,58} ■

KAYNAKLAR

1. Anonim (2001) Harvest on the horizon, future issues of the agricultural biotechnology. Erişim adresi: <http://www.pewagbiotech.org>. Erişim tarihi: 27.11.2010.
2. Kulaç I, Ağrırdil Y, Yakın M (2006) The sweet trouble on our tables, genetically modified organisms and their effects on public health. *Dirac Open Access J*, 31(3): 151-155.
3. Vujaklija D (2006) An introduction to GMO. *Toxicol Lett*, 164(1): 317.
4. Meseri R (2008) Beslenme ve genetiği değiştirilmiş organizmalar. *TAF Prev Med Bull*, 7(5): 455-460.
5. Cardarelli P, Branganho MR, Ferreira RTB, Cruz FB, Gemal AB (2005) Detection of GMO in food products in Brazil. *Food Control*, 16: 859-866.
6. Holst-Jensen A (2009) Testing for genetically modified organisms: Past, present and future perspectives. *Biotechnol. Adv*, 27(6): 1071-1082.
7. Gücükoğlu A, Küplülü Ö (2006) Genetik modifiye gıdalar. *Vet Hekim Der Derg*, 77(2): 30-38.
8. Bosnić M, Antunović B, Fulgosi H, Capak K, Zupan I, Mihelj SL, Novak JŽ (2005) Draft of the national biosafety framework for Croatia. Erişim adresi: http://www.unep.org/biosafety/files/HRNBF_rep.pdf.
9. Hirvoje F, Dušica V (2006) GMO in Croatia, legislation and testing facilities. Croatia, *Toxicol Lett*, 164: 317.
10. Schubert DR (2008) The problem with nutritionally enhanced plants. *J Med Food*, 11(4): 601-605.
11. Vijayakumar KR, Martin A, Gowda LR, Prakash V (2009) Detection of gmo soya and maize: impact of heat processing. *Food Chemistry*, 117: 514-521.7
12. Sarica Ş, Kılınç K (2004) Kanatlı hayvan beslemede genetik yapısı değiştirilmiş yem maddelerinin kullanımı. *Gazi Osmanpaşa Üniv Zir Fak Der*, 21(2): 119-125.
13. Flachowsky G, Aulrich K, Böhme H, Halle I (2007) Studies on feeds from genetically modified plants (GMP)- Contributions to nutritional and safety assessment. *Anim Feed Sci Technol*, 133(1-2): 2-30.
14. Demir A, Pala A (2007) Genetiği değiştirilmiş organizmalara toplumun bakış açısı. *Hayvansal Üretim*, 48 (1): 33-43.
15. James C (1999) Global review of commercialized transgenic crops: The international service for the acquisition of agri-biotech applications. Brief No: 12, ISAAA: Ithaca, NY.
16. James C (2008) Global status of commercialized biotech/GM crops: The international service for the acquisition of agri-biotech applications. Brief No: 39, ISAAA: Ithaca, NY.
17. Vines R (2002) Biotechnology and plants. *Cooperative extension*. Virginia State Univ., Publication No: 443-002.
18. Stone R (2002) Science in Iran. *Islamic Rev Sci*, 309: 1802-1804.
19. Ölçü (2005) TMMOB Yayın Organı, 112-119.
20. Dickman MB, Park YK, Oltersdorf T, Li W, Clemente T, French R (2001) Brogation of disease development in plants expressing animal antiapoptotic genes. *Proc Natl Acad Sci*, 98: 6957-6962.
21. Murray JD, Anderson GB, Oberbauer AM, McGloughlin MM (1999) Transgenic animals in agriculture. *CABI Publishing*, NY, 131-144.
22. Platenburg GJ, Kootwijk EAP, Kooiman PM, Woloshuk SL, Nuijens JH, Krimpenfort PJA, Pieper FR, de Boer HA, Strijker R (1994) Expression of human lactoferrin in milk of transgenic mice. *Transgenic Res*, 3: 99-108.
23. Berkel PH, Welling MM, Geerts M, van Veen HA, Ravensbergen B, Salaheddine M, Pauwels EK, Pieper F, Nuijens JH, Nibbering PH (2002) Large scale production of recombinant human lactoferrin in the milk of transgenic cows. *Nature Biotechnol*, 20:484-487.
24. Spök A (2006) Molecular farming on the rice-GMO regulators still walking a tightrope. *Trends Biotech*, 25(2): 74-82.
25. Rodríguez-La'zaro D, Lombard B, Smith H, Rzezutka A, D'Agostino M, Helmuth R, Schroeter A, Malorny B, Miko A, Guerra B, Davidson J, Kobilinsky A, Hernandez M, Berheau Y, Cook N (2007) Trends in analytical methodology in food safety and quality: Monitoring microorganisms and GMO. *Trends Food Sci*, 18(6): 306-319.
26. Agius F, Gonzalez-Lamothe R, Caballero JL, Munoz-Blanco J, Botella MA, Valpuesta V (2003) Engineering increased vitamin C levels in plants by over expression of a D-galacturonic acid reductase. *Nat Biotechnol*, 21: 177-181.
27. Hancock JF, Sjulín TM, Lobos GA (2008) Strawberries, *Temperate Fruit Crop Breeding*, CABI Publishing, New York. p: 393-437.
28. Anonim (2007) Food and Drug Administration, Erişim adresi: www.fao.org/waicent/portal/statistics. Erişim tarihi: 12.09.2010
29. Qin, Y, Teixeira da Silva J, Zhang L, Zhang S (2008) Transgenic strawberry: State of the art for improved traits. *Biotechnol Adv*, 26(3): 219-232.
30. Metha MD, Gair JJ (2001) Social, political, legal and ethical areas of inquiry in biotechnology and genetic engineering. *Technol Soci*, 23(2): 241-264.
31. Ma J, Chikwamba, R, Sparrow P, Fischer R, Mahoney R, Twyman RM (2005) Plant-derived pharmaceuticals-the road forward, *Trends Plant Sci*, 10(12): 580-585.
32. Çelik V, Balık DT (2007) Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. *Erciyes Üniv Fen Bilim Enst Derg*, 13-23.
33. Deisingh AK, Badrie N (2005) Detection approaches for genetically modified organisms in food. *Food Res Int*, 38: 639-649.
34. Shanklin CW, Hackes BL (2001) Position of the American Dietetic Association: Dietetics professionals can implement practices to conserve natural resources and protect the environment. *J Am Diet Assoc*, 101(10): 1221-1227.
35. Van Den Bergh JCJM, Holley JM (2002) An environmental-economic assessment of genetic modification of agricultural crops. *Futures*, 34(9-10): 807-822.
36. Van de Wiel CCM, Lotz LAP (2006) Outcrossing and coexistence of genetically modified with unmodified crops: a case study of the situation in the Netherlands. *Wagen J Life Sci*, 54(1): 17-35.
37. König A (2010) Compatibility of the safe foods risk analysis framework with the legal and institutional settings of the EU and the WTO. *Food Control*, 1-15.
38. Mullins JJ, Peters J, Ganten D (1990) Fulminant hypertension in transgenic rats harbouring the mouse Ren-2 gene. *Nature*, 344: 541-544.
39. Kaynar P (2009) Genetik olarak değiştirilmiş organizmalara genel bir bakış. *Türk Hij ve Den BİYol Derg*, 66(4): 177-185.
40. Batista R, Nunes B, Carmo M, Cardosa C, Jose, H, Almeida C, Manique D, Bento L, Ricardo C, Margarida M (2005) Lack of detectable allergenicity of transgenic maize and soya samples. *J Allergy Clin Immun*, 116(2): 403-410.
41. Ahmed FE (2002) Detection of GMO in foods. *Trends Biotechnol*, 20(5): 215-223.
42. Frewer L, Lassen J, Kettlitz B, Scholderer J, Beekman K, Berald G (2004) Societal aspects of GM foods. *Food Chem Toxicol*, 42(7): 1181-1193.
43. Bren L (2003) Genetic engineering: The future of foods? *FDA Consumer*, 37(6): 28-34.
44. Clapp J (2008) Illegal GMO releases and corporate responsibility: Questioning the effectiveness of voluntary measures. *Ecol Econ*, 66: 348-358.
45. Vergragt PJ, Brown HS (2008) Genetic engineering in agriculture: New approaches for risk management through sustainability reporting. *Technologic Forecast&Soci Change* 75: 783-798.
46. Johnson KL, Raybould AF, Hudson MD, Poppy GM (2007) How does scientific risk assessment of GM crops fit within the wider risk analysis? *Trends Plants Sci*, 12(1):1-5.
47. Breckling B, Reuter H, Middelhoff U, Glemnitz H, Wurbs A, Schmidt G, Schröder W, Windhorst W (2009) Risk indication of genetically modified organisms. Risk indication of genetically modified organisms (GMO): Modelling environmental exposure and dispersal across different scales: Oilseed rape in Northern Germany as an integrated case study. *Ecologic Indic*, 479: 1-6.
48. Frewer (2007) Why consumers behave as they do with respect to food safety and risk information? *Analytica Chimica Acta*, 586(1-2): 2-7.
49. Kinderleher J (2008) The Cartagena protocol on biosafety. *Collect Biosafety Rev*, 4: 12-65.

50. Yanaz S (2000) GDO konusu ve cartagena biyogüvenlik protokolü. Erişim adresi: <http://dtm.gov.tr>.
51. Miles S, Frewer LJ (2001) Investigating specific concerns about different food hazards. *Food Quality Prefer*, 12(1): 47-61.
52. Moses V (2004, Biotechnology and science policy. *Cur Opin Biotechnol*, 15(3): 237-240.
53. Atsan T, Kaya TE (2008) GDO'ların tanım ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Üniv Zir Fak Derg*, 22(2): 1-6.
54. Gupta A, Falkner R (2006) The influence of the cartagena protocol on biosafety: comparing Mexico, China and South Africa. *Glob Environ Politics*, 6(4): 23-56.
55. Oberthür S, Gehring T (2006) Institutional interaction in global environmental governance: The case of the cartagena protocol and the world trade organization. *Glob Environ Politics*, 6(2): 1-31.
56. Amarger N (2002) Genetically modified bacteria in agriculture. *Biochimie*, 84(11): 1061-1072.
57. Lammerts ET, Bueren V, Verhoog H, Tiemens-Hulscher M, Struik PC, Haring MA (2007) Organic agriculture requires process rather than product evaluation of novel breeding techniques. *Wagen J Life Sci*, 54(4): 401-412.
58. Kimenju SC, Groote HD (2007) Consumer willingness to pay for genetically modified food in Kenya. *Agri Econ*, 38(1): 35-46.
59. Gürlek M, Turan C, Turan F (2006) G.D.O. ve hayvan beslemede kullanımı. Mustafa Kemal Üniv. Su. Ürün. Yet. Böl. Erişim Adresi: <http://www.akuademi.net>. Erişim tarihi: 09.04.2010.
60. Kwan Choi E (2010) International trade in genetically modified products. *Int Rev Econ Finance*, 19: 383-391.
61. Noussair C, Robin S, Ruffieux K (2002) Do consumers not care about biotech foods or do they just not read the labels? *Economics Lett*, 75(1): 47-53.
62. Toolsema LA (2008) Competition with mandatory labeling of genetically modified products. *J Institut Theoret Econ*, 164(3): 429-448.