

# Genetically Modified Foods and Their Effects on Human Health

## Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar ve İnsan Sağlığına Etkileri

Tahir Çatalbaş<sup>1</sup>, Hasan Basri Savaş<sup>2\*</sup>, Fatih Gültekin<sup>3</sup>.

1.Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD, Isparta, Türkiye

2.Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD, Alanya, Türkiye

3.Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD, İstanbul, Türkiye

### ABSTRACT

The area of genetic engineering, where genetic codes of organism are changed, has still been being debated in the scientific community for years. Groups that support the use of genetically modified organisms claim that this technology is useful in increasing both the food quality and the pros for health, in helping shelf lives of the fruits, vegetables and the organoleptic qualities increase, escalating vegetable and animal product yield, producing edible vaccines and drugs, uses in human diseases and organ transplantations as well as environmental advantages. On the other hand, groups that oppose to the use of these organisms think that there might be risks in the change of food quality, food safety, allergenic reactions and their health effects. They also worry that there may/will be some other concerns such as: labeling of the genetically modified products, environmental problems, and problems about religious, cultural and ethical issues. Since gene technology is a new and a rapidly developing technology, there are no sufficient scientific data that prove or support all the existing claims or views. Observations and researches in time would better shed light on this field.

Keywords: GMO, Human Health

### ÖZET

Organizmaların genetik yapısının değiştirildiği genetik mühendisliği konusu, 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, yenilebilir aşı ve ilaç üretiminde, insan hastalıklarının tedavisi ve organ nakli için kullanılmasında ve çevresel olarak birçok faydaları olacağı görüşündedirler. Diğer yandan bu organizmaları eleştirenlere göre ise besin kalitesindeki değişiklik, gıda güvenliği, alerjik reaksiyonlar ve bunların toksik etkileri ile ilgili önemli riskler olabilir. Bu grup aynı zamanda genetiği değiştirilmiş ürünlerin etiketlenmesi, çevresel sorunlar ile dini, kültürel ve etik sorunlar gibi meselelerin olduğunu/olacağını düşünmektedirler. 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.

Anahtar Kelimeler: GDO, İnsan Sağlığı.

Geliş Tarihi 30.01.2017/ Kabul Tarihi 25.07.2017/ Yayınlanma Tarihi 15.12.2017

\*Sorumlu yazar: Hasan Basri Savaş. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı. Alanya, Türkiye. Tel:+90 507 524 07 37 Faks: +90 242 518 11 99. E-mail: hasan.savas@alanya.edu.tr

## GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma) Ne Demektir?

**E**n genel tanımıyla, genetik yapısı yani DNA'sı (deoksiribo nükleik asit), aslında mevcut olmayan bir şekilde dönüştürülmüş organizmalara "Genetiği değiştirilmiş organizmalar" denir. Bir organizmanın karakteristik özellikleri genetik yapısında yapılacak olan değişikliklerle değiştirilebilir. Örnek olarak bir bakteri veya hayvanda üretilen bir protein türünü kodlayan DNA parçasını alıp, bir bitkinin DNA'sına eklediğiniz zaman, bu bitki normalde üretmediği bu proteini üretir hale gelmektedir. Bu değişikliği sağlamak amacıyla kullanılan teknikler için modern biyoteknoloji, gen mühendisliği, rekombinant DNA teknolojisi ve gen teknolojisi gibi tabirler kullanılmaktadır. GDO'lar ise "Genetically Engineered Plants", "Bio-engineered Plants", "Genetically Modified Organisms (GMOs)" ve "Genetically Modified Foods" gibi isimlerle anılmaktadır. Transgenезis teknolojisi kısaca, bir türe ait genin, aynı veya başka bir türe aktarılmasına olanak sağlanmasıdır. Günümüzde transgen teknolojisi; gen düzenlenmesi, bağışıklık sistemi, kanser araştırmaları ve gelişim biyolojisini de içeren biyomedikal alanlarda uygulanmaktadır [1,2]. Transgenlerin stabil olmadıklarına ilişkin doğrudan ve dolaylı kanıtlar ileri sürülmekte ve bunlardan elde edilen çeşitlerin gerçek ıslah çeşitleri olmadıkları vurgulanmaktadır [3]. Transgenik bitkinin döllerinde, rekombinant DNA'nın stabilitesi ile ilgili olarak; moleküler yapıya, aktarılan genin genomdaki yerine ve aktarımdan sonra genlerin yeniden düzenlenmesine ilişkin bilgilerin yetersiz olması, bu konuda belirsizliğe sebep olmaktadır. Aktarılan genler, transgenik bitkinin gelecek kuşaklarında, ilgili genin protein sentezini durdurabilmekte ya da gen tümüyle kaybolabilmektedir [4]. GD ürünler ilk bakışta hem üretici hem de tüketici için avantajlı gibi görünmektedir. Ancak Genetiği değiştirilmiş bitkiler, böcek veya virüslere karşı daha dirençli olmaktadır[5]. Transgenik bitkilerde stabilite; bitkinin fizyolojik durumuna, ışık kalitesine, su ve besin maddelerinin durumuna, sıcaklık, hastalık, zararlılar gibi stres faktörlerine bağlı olarak değişim gösterebilmektedir [6].

## Genetiği Değiştirilmiş Ürünler Hangileridir?

En çok kullanılan genetiği değiştirilmiş bitkiler: Soya, pamuk, kanola, mısır, patates, bazı kabak ve tütün türleridir. ABD'de 2007 rakamlarına göre ticarî olarak soyanın % 89'u, pamuğun % 83'ü, kanolanın % 75'i ve mısırın % 61'i genetik olarak değiştirilmiş ürünlerdir.

Bunların dışındaki genetiği değiştirilmiş ürünlerin kaynakları için şunları sıralayabiliriz: Genetik mühendisliği ile üretilmiş büyüme hormonu enjekte edilen sığırlardan elde edilen mandıra ürünleri; gıda katkı maddeleri; enzimler; peynir yapımında kullanılan rennet, genetiği değiştirilmiş gıdalarla beslenen hayvanların et, süt ve yumurtası; genetiği değiştirilmiş polenden elde edilmiş bal arısı poleni ve bal olarak sayılabilir.

## Ülkemizde ve Dünyada GDO'lar İle İlgili Yasal Düzenlemeler:

Ülkemizde; GDO'lar hakkındaki ilk mevzuat çalışmaları, o dönemki ismiyle Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından, 1998 yılında başlatılmıştır. Bu mevzuat yurtdışında ve yurt içinde geliştirilmiş olan GDO'lar için uygulanacak prosedürleri kapsamaktaydı. 2003 yılında ise Türkiye, Cartagena (Birleşmiş Milletler) Biyogüvenlik Protokolü'nü imzalaması ile Biyogüvenlik Yasası çıkartma yükümlülüğü altına girmiş oldu. Ülkemizde genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvan üretimi yasak olmasına rağmen, araştırma ve geliştirme amaçlı yapılacak faaliyetler için herhangi bir yasak yoktur. Fakat bu yönetmeliğe göre Bakanlığa bilgi verilmesi zorunludur. Eğer AR-GE ve eğitim amaçlı ithal edilecek GDO ve ürünleri söz konusu olursa, Bakanlık'tan izin alınması gerekmektedir. Ülkemizde GDO'ların üretimi ve insan tüketimine sunulması ağır ceza gerektiren bir suçtur.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD): FDA (Food and Drug Administration) tarafından onaylanan GD ürünler etiketlenmekte ve marketlerde hemen tüm gıda reyonlarında, büyük fiyat farkı ile organik gıdaların alternatifi olarak sunulmaktadır. Bu durum GD ürün tüketimini kaçınılmaz hale getirmektedir. GD tohum üretimi, tüm dünyada sadece dört firma tarafından yapılmaktadır ve bir tek firmanın piyasa payı % 90'ın üzerindedir.

Avrupa Birliği: Avrupa Birliği mevzuatlarına göre 1997'den beri, GDO içeriği veya GDO varlığı durumunda ya da GDO'dan üretilmiş gıdanın son halinde, hâlâ GD DNA veya GD protein içeriyorsa etiketleme yapılmaktaydı. 2003 yılında yapılan düzenleme ile GD ürünün veya türevinin değeri % 0,9'u geçtiği takdirde etiketleme şart koşulmuştur. Genetik mühendisliği ile üretilen ürünler (örneğin genetik mühendisliği teknolojisi ile üretilen enzimlerle yapılan peynirler) etiketlemeye tabi değildirler [7].

## GDO'nun Zararları Nelerdir?

İlk transgenik fare 1980 yılında, çiftlik hayvanları (tavşan, koyun) ise 1985 yılında üretilmiştir [8, 9]. Farklı hayvan türlerinde, farklı amaçlar için çok sayıda transgenik hayvan modeli üretilmiş bulunmaktadır. Tg (transgen) teknolojisi ve transgenik hayvanlar, önemli ve kritik uygulama olanakları sunmaktadır. Her ne kadar GD bitkiler kadar olmasa da ekonomik, etik, sosyal, çevresel, medikal ve hayvan refahı ile ilgili sorun ve kaygılar bulunmaktadır. Tg teknolojisinin bazı ülke ve firmaların tekeline gireceği ve uzun vadede bağımlılık yapacağı, sosyolojik ve ekonomik tartışma konusudur. Transgenesis teknolojisi bitkilerde ilk defa tütünde uygulanmış, laboratuvar ortamında, antibiyotiklere dirençli GD tütün geliştirilmiştir [10]. Böceklerin bitkilere verdikleri zararlardan dolayı, böceklere karşı ilaçlı mücadele yerine geçebilmesi amacıyla, kendisi böceklerle karşı toksik madde üretebilecek ilk GD bitki tütün olmuştur [11].

**Beklenmeyen Etkiler:** Beklenmeyen etkilerin bazıları tahmin edilebilmekle birlikte, genellikle önceden tahmin etmek mümkün değildir [12]. Beklenmeyen etkiler, genetik yapısı değiştirilmiş ürünün güvenliğini yakından ilgilendiren bir olaydır. Önceden tahmin edebilmek için gen aktarılabilecek bitkinin genomik yapısının bilinmesi kadar, aktarılan DNA'nın moleküler yapısının bilinmesi de büyük önem taşımaktadır [6]. Genetik yapısı değiştirilmiş bitkilerde modifikasyonlar arttıkça, beklenmeyen etkilerin oranı da artmaktadır. Yapılan genetik değişikliğin karmaşıklığı, beklenmeyen etkileri teşvik etmektedir [13,14]. Bitki genomlarına yeni bir genetik materyal aktarıldığında, aktarılan bölgedeki değişiklik nedeniyle, bitkinin fenotipinde ya da kimyasal yapısında beklenmeyen değişikliklerin oluşabileceği bilinmektedir [15]. Transgenik hayvanlardan üretilen hormon ve enzimler kullanılmaktadır. Transgenik organ ve dokuların deney hayvanlarındaki denemeleri ve xeno-immunobiyolojisinin moleküler düzeyde daha iyi anlaşılması, yakın gelecekte, insanlarda klinik uygulama alanı bulacağını göstermektedir [16]. Ancak bazı enfeksiyöz hastalıkların, insanlara bulaşma riski bulunmaktadır. Bu amaçla, SPF (spesifik patojen free) hayvan yetiştirme protokolleri uygulanmaktadır. Ayrıca bu ürünlerin insanlarda kullanılmadan önce, ciddi farklı moleküler karakterizasyon çalışmaları ile "genetik güvenliği" testlerinden geçmesi gerekmektedir [17]. İnsan tüketimi için marketlerde yer almaya en yakın aday olan transgenik somonun tüketilebilirliği konusunda, ABD yetkili kuruluşu (FDA) tarafından 15 yıldır değerlendirmeler yapılmaktadır. Transgenik gıdaların insan sağlığı için herhangi bir

toksin veya allerjen içermemesi istenmektedir [18]. Yapılan çalışmalar sonucunda transgenik somonun, normal somona göre benzer alerjik potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir [19]. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, artan gıda talebini karşılamak amacıyla, transgenik çalışmalara önem verilmektedir. Örneğin Çin'de, 2008-2012 yılları arasında 20 transgenik çiftlik hayvanı geliştirilmiştir [19]. Transgenik hayvansal gıdaların güvenliği konusunda, çok yönlü incelemelerin yapılmasına devam edilmelidir. Genetiği modifiye edilen organizmalar içinde seçilmiş olan dört temel tarımsal üründen (soya fasulyesi, mısır, pamuk ve kanola) soya ve pamukta, 2012 yılı itibarı ile GDO'lu üretimin oranı %80'in üzerine çıkmıştır. Avrupa ile benzer sıkı regülasyonlara sahip bir ülke olan Türkiye'de, birçok GD tohumun, hayvan yemi olarak kullanılmak üzere, yasal izinli olarak ilk defa Anadolu'ya girişi ve yeni izinlerin kapıda olması ise bu bölgede GD ürünlerin tüketiminin, artış eğilimine işaret etmektedir [20].

**Bitki Islahı:** Rekombinant DNA teknolojisi, transgenik teknolojisi, gen teknolojisi veya diğer bir ifade ile modern biyoteknoloji kullanılarak bitki, hayvan veya diğer organizmaların genetik yapıları üzerinde değişiklikler yapılarak, doğal koşulların dışında, laboratuvar çalışmaları ile ortaya çıkarılan ürünler olan transgenik ürünler, biyotek ürünler veya GDO'lar, herhangi bir canlı türünden gelen genetik materyali taşıyabilirler. Son zamanlarda geliştirilen uygulamalarla, artık genomdaki belli bir lokusta yer alan tek bir nükleotidin değiştirilmesi veya belli bir kromozomal bölgeye bir genin hassas bir şekilde aktarılması, olanaklı hale gelmiştir [21]. Bu yeni uygulamalarda öne çıkan, bitkilerin kendi genlerinin kullanılmasıdır. Dışarıdan, örneğin bir bakteriden gen alıp aktarmak yerine, bitkinin kendi genini değişikliğe uğratmak amaçlanmaktadır. Ayrıca birçok genin ifadesini kontrol etme yeteneğine sahip olan küçük RNA parçacıklarının (mikro RNA'lar) keşfedilmiş olmasını, pek çok araştırmacı yeni bir çığır açıcı gelişme olarak değerlendirmektedir.

**Hedef Dışı Organizmalara Etkileri:** Böceklere karşı Cry (crystal) proteinini içeren tüm transgenik bitkiler, çevrelerinde bir başka organizmayı da etkileyebilirler. Bu nedenle transgenin hedefi, bir zararlı ya da patojen olabileceği gibi hedef dışı organizmalar da olabilmektedir. Böceklere dayanıklı çeşitlerin etkilediği hedef dışı organizmalar, 5 grupta toplanmaktadır [22]. Bunlar: Yararlı türler (zararlıların doğal düşmanları ve tozlayıcılar), Toprak organizmaları, Hedef dışı otçul böcekler, Tehlikesiz ve nötr türler, Lokal çeşitliliğe

katkıda bulunan diğer türler. Amerika'nın önemli böcek türlerinden olan kral kelebekleri üzerine yapılan bir araştırmada, üzeri transgenik mısır çeşitlerinin çiçek tozları ile kaplı yapraklarını yiyen larvaların zarar gördüğü belirtilmiştir [23]. Ayrıca, *H. convergens* ve *C. carnea* gibi böcek türlerinin öldüğünü bildiren araştırmalar da bulunmaktadır [24]. Bu araştırmalar, Cry proteinlerinin dolaylı toksik etkisini göstermesi bakımından önemlidir.

Bitkiden, bitkiye ve mikroorganizmaya gen geçişleri:

GDO'lardaki değiştirilmiş olan genler, genetiği değiştirilmemiş doğal tiplere, polen ve çekirdek gibi yollarla istenmeyerek geçebilir. ABD'de, genetiği değiştirilmiş bazı bitkilerin, 20 km'den daha uzaktaki yabancı bitkileri, polenleri yoluyla dölleyebildiği ve genetik özelliklerini aktarabildiği gösterilmiştir [25]. Bitkiden bitkiye gen geçişlerinin potansiyel kaynakları, tohum ve çiçektozlarıdır. Transgenik mısır bitkisinin, taşıma ve yem amaçlı işleme esnasında, istem dışı ya da bu ürün ile beslenen hayvanların sindirim sisteminden dışkı ile çevreye doğrudan ya da dolaylı olarak yayılan Cry proteinlerinin toprak organizmalarına olan etkisi irdelendiğinde, transgenlerin, antibiyotiklere dirençlilik ve toksik özellikleri dikkat çekmektedir. Ama elbette, antibiyotiğe dirençli birçok bakterinin, transgenik gıdalar tüketilmediği zaman da ortaya çıkabildiği bilinmektedir [26].

Bitki ve bakteri arasındaki yatay gen geçişleri, transgenik bitkilerdeki antibiyotiğe dayanıklılık geninin, bakterilere geçme olasılığı nedeniyle önemli bir risk oluşturmaktadır [27]. Antibiyotiğe dayanıklı genlerin, transgenik bitki yaprağından toprak bakterisi *Acinetobacter*'e kolaylıkla geçebildiği bilinmektedir [28]. Bu nedenlerle, transgenik bitkilerde antibiyotiğe dayanıklılığı sağlayan bazı genlerin kullanımı, birçok AB üyesi ülkede yasaklanmıştır [29]. Bitkilerde özellikle virüs ya da bakteri kaynaklı genlerin varlığı tartışılmaktadır. Buna ek olarak, bütün DNA'lar kimyasal olarak eşittir; bu nedenle DNA'nın, türün kaynağına bağlı değil, dizisine bağlı olduğu belirtilmektedir [30]. Retrovirüsler, insanlarda dâhil olmak üzere, birçok organizmanın genomunda bulunmaktadır [31]. Transgenik DNA'nın, tarla koşullarında çiçek tozu aracılığı ile arı larvalarının bağırsaklarındaki bakterilere, laboratuvar koşullarında ise toprak bakteri ve mantarlarına geçtiğine ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır [5, 32].

Transgenin Dayanıklılığı: Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalardaki Cry proteininin, topraktaki kil

mineralleri tarafından tutularak mikrobiyel işlemlerden korunmakla birlikte, tutulduğu sürece insektisidal aktivitesini sürdürdüğü ve tarlada yarılanma ömrünün 9-40 gün arasında olduğu bildirilmiştir [33, 34].

GDO'nun Sağlığımıza Etkileri: Dona ve Arvanityannis, genetiği değiştirilmiş gıdalar ile ilgili yapılan pek çok çalışmanın sonuçlarını değerlendirdikleri araştırmalarında, bu gıdaların bazı belirli toksik etkilere sebep olduğunu bildirmişlerdir [35]. Genetiği değiştirilmiş gıdaların güvenilirliğinin belirlenmesinde, potansiyel toksik etkilerinin olup olmadığının tespit edilmesi önemlidir. Herhangi bir toksik etkinin varlığı, genetik modifikasyonun istenmeyen etkilerini tetikleyebilmektedir [36].

### Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerden Gıda Katkı Maddeleri Elde Etme:

Gıda katkı maddelerinin bir kısmı GDO'lardan elde edilebilir. Katkı maddeleri bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilebildiği gibi fermantasyonla ve sentetik olarak da üretilebilmektedir. Katkı maddesi bir bitkiden elde ediliyorsa ve bu bitkinin genetiği değiştirilmiş ise elde edilen katkı, genetiği değiştirilmiş bir kaynaktan elde edilmiş olur.

Alerjik Potansiyel: Rekombinant proteinler, kaynağı ve yapısına bağlı olarak değişmekle birlikte, genellikle potansiyel alerjenler olarak değerlendirilmektedir. Her yeni gıda için ayrı değerlendirme yapılmalıdır [37]. Ürünü kullanacak olanın alerji ile ilgili sorunu biliniyorsa, genetik yapısı değiştirilmiş ürünün tüketilmesi durumunda, potansiyel alerjenite mutlaka dikkate alınmalıdır [37]. Örneğin Brezilya fıındığının bir genine sahip olan genetiği değiştirilmiş soya fasulyesi, fıındığa alerjisi olanlarda alerjiye neden olmaktadır.

Gen Transferi: Genetiği değiştirilmiş gıdalar tüketilirken, diğer gıdalar gibi bağırsaklarımızda sindirilerek emilirler yani parçalanarak kana karışırlar. Genetiği değiştirilmiş ürünlerle ilgili endişelerden birisi, normal yapısı değiştirilmiş olan genetik materyalin tamamen parçalanamayacağı ihtimalidir. Bu ihtimal gerçekleşirse genetik materyaller, bağırsak florası bakterileri veya bağırsak hücreleri tarafından alınabilir. ABD'de yapılan araştırma sonunda, karaciğer ve böbreğe yönelik (hepatorenal) toksisitenin, genetik yapısı değiştirilmiş mısırlardaki glifosata ve böceklere dayanıklılığı sağlayan genlerden (CP4 epsps, cry1Ab ve cry3Bb1) kaynaklandığı vurgulanmıştır [38]. Bildiricınla (10 nesil çalışılmış) yapılan bir çalışmada, mide ve tüm sindirim

sisteminde transgenik DNA'ya rastlanmıştır. Kas, karaciğer, mide, dalak, böbrek, kalp ve yumurtada rastlanmamıştır [39]. Duggan ve ark., böceklere dayanıklılık geni cryIA(b) aktarılmış mısır taneleri ve mısır silağı kullanılarak yapılan koyun besleme denemelerinde, 5 saat sonra alınan rumen sıvısında, cryIA(b) geninin etkin olarak bulunduğunu saptamışlardır [40].

Mikro RNA'ların (Ribo nükleik asit), düzenleyici rolleri her gün biraz daha aydınlanırken, gıdalardaki mikro RNA'ların bağırsaklardan kana emilerek insan vücudunda etkin olabileceğinin ortaya koyulması, beslenmenin önemini bir kat daha artırmıştır[41]. Bu yeni olgunun ise GDO risk değerlendirmesinde dikkate alınması gereken bir husus olduğunu savunan araştırmacılar da vardır [42]. Bu olayın iyi olan tarafına bakmak gerekirse, mikro RNA'ları kullanarak bitkilerden tedavi amaçlı bilgi aktarımının mümkün olabileceği, örneğin tıbbi bitkilerde bulunabilecek bazı mikro RNA'ların insandaki bazı metabolik olaylara bilgiye dayalı müdahale imkânının bulunduğu anlaşılmaktadır [43].

**Sonuç:** GD ürünlerin, insan gıdası olarak kullanıma sunulmasından önce, daha etraflıca ve detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Bununla beraber, olası toksik, mutajen, karsinojenik etkilerin belirlenerek bir sonuca varılabilmesi için çok daha fazla çalışmanın yapılmasının gerekli olduğu açıktır. Belki de etkileri yıllar veya nesiller sonra görülecektir. İnsanların hücrelerine geçerek, genlerini etkileme ihtimali olan ürünlerden bahsediyoruz. Bu ihtimal gerçekleşirse, birçok hastalık için çok ciddi riskler almış oluruz. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin tüketici sağlığı açısından riskleri yanında, tarım toprakları, gıda güvenliği ve çevreye yönelik, geri dönülmez olumsuz etkileri de göz önüne alınmalıdır. Risk almamak için genetiği değiştirilmiş gıda ürünlerine ve bu ürünlerden elde edilen katkı maddelerine temkinli yaklaşılmalıdır. Ayrıca GDO'ların yaygınlaşması göz önüne alınarak, sağlık üzerine muhtemel etkileri araştırmada öncelikli konular arasına alınmalıdır.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar bu yazının hazırlanması ve yayınlanması aşamasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

**Finansman:** Yazarlar bu yazının araştırma ve yazarlık sürecinde herhangi bir finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Not:** Bu çalışma daha önce 'Health Hazards of Genetically Modified Foods.' başlığı ile '3rd International Halal and Healthy Food Congress. October 30-31, 2015. İstanbul' uluslararası kongresinde, poster olarak sunulmuştur.

#### KAYNAKLAR

- Gültekin F. Fark Etmeden Yediklerimiz Gıda Katkı Maddeleri. 1. Baskı, İstanbul, Türkiye, Server, 2014.
- Savaş H, Çatalbaş T, Gültekin F. "Halal gıda belgelendirmesinde biyokimya laboratuvarının rolü". Acta Medica Alanya 2017;1(1): 28-32.
- Pawlowski, W.P. and Somers, D.A., Transgene inheritance in plants genetically engineered by microprojectile bombardment. Molecular Biotechnology, 1996;6: 17-30.
- Srivastava, V. and Anderson, O.D., Single-copy transgenic wheat generated through the resolution of complex integration patterns. Pros Nat. Acad. Sci. 1999;96: 11117-21.
- Bergelson, J., Purrington, C.B. and Wichmann, G., Promiscuity in transgenic plants. Nature, 1998, 395: 25. 21
- Craig, W., Tepfer, M., Degrassi, G. and Ripandelli, D., An overview of general features of risk assessments of genetically modified crops. Euphytica, 2008;164:853-880.
- Editorial, Science, Standing Up for GMOs. Vol. 341, 20 September, 2013.
- Gordon JW, Scangos GA, Plotkin DJ, Barbosa JA, Ruddle FH., Genetic transformation of mouse embryos by microinjection of purified DNA. Proc. Natl. Acad. Sci. 1980;77, 7380-7384.
- Hammer RE, Pursel VG, Rexroad Jr. CE, Wall RJ, Bolt DJ, Ebert KM, Palmiter RD, Brinster RL., Production of transgenic rabbits, sheep and pigs by microinjection. Nature. 1985;315, 680-683.
- Fraleigh, RT et al., Expression of bacterial genes in plant cells. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1983;80: 4803-4807.
- Vaeck, M. Transgenic plants protected from insect attack. Transgenic plants protected from insect attack. Nature 1987;328, 33-37.
- Cellini, F., Chesson, A., Colquhoun, I., Constable, A., Davies, H.V., Engel, K., Gatehouse, A.M.R., Karenlampi, S., Kok, E.J., Leguay, J.J., Lehesranta, S., Noteborn, H.P.J.M., Pedersen, J. and Smith, M. 2004. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. Food. Chem. Toxicol., 2004;42: 1089-1125
- Kleter, G.A. and Kok, E.J., Safety assessment of biotechnology used in animal production, including genetically modified (GM) feed and GM animals – a review. Animal Sci. Pap. and Rep. 2010;2: 105-114.
- Wahl, G.M., de Saint Vincent, B.R. ve De Rose, M.L., Effect of chromosomal position on amplification of ransfected genes in animal cells, Nature 1984;307: 516-520.
- Cellini, F., Chesson, A., Colquhoun, I., Constable, A., Davies, H.V., Engel, K., Gatehouse, A.M.R., Karenlampi, S., Kok, E.J., Leguay, J.J., Lehesranta, S., Noteborn, H.P.J.M., Pedersen, J. and Smith, M. 2004. Unintended effects and their detection in genetically modified crops. Food. Chem. Toxicol., 2004;42: 1089-1125
- Ekser B, Rigotti P, Gridelli B, Cooper DKC., Xenotransplantation of solid organs in the pig-to-primate model, Transpl. Immun. 2009;21, 87-92.
- Kues WA, Niemann H., The contribution of farm animals to human health. Trends Biotechnol. 2004;22, 286-294.
- Van Eenennaam AL, Muir WM., Transgenic salmon: a final leap to the grocery shelf? Nat. Biotechnol. 2011; 29, 706-710.
- Maxmen A., Politics holds back animal engineers. Nature. 2012;490, 318-319.
- Hakkı, E., Akin, F., Kayış, S.A., Uluslararası 2. Halal ve Sağlıklı Gıda Kongresi Kitabı (7-10 Kasım 2013, Konya). Edt: Gültekin F., Konya, 2013.
- Li T., Liu B., Spalding, M.H., Weeks D.P., Yang B., High-efficiency TALEN-based gene editing produces disease-resistant rice. Nature Biotechnology 2012;30(5): 390-392.
- Sanvido, O., Romeis, J. and Bigler, F., Ecological impacts of genetically modified crops: ten years of field research and commercial cultivation. Adv Biochem Eng Biotechnol 2007;107:235-278.
- Losey, J.E., Rayor, L.S. and Carter, M.E., Transgenic pollen harms monarch larvae. Nature 1999;399:214.
- Hilbeck, A., Baumgartner, M., Fried, P.M. and Bigler, F., Effect of transgenic Bacillus thuringiensis corn-fed prey on mortality and development time of immature Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae). Environmental Entomology, 1998;27: 480-487.
- Bravo, A., Gill, S.S. and Soberon M., Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. Toxicon. 2007;49(4):423-435.
- Smalla, K., Wellington, E. and van Elsas, J.D., Natural background of bacterial antibiotic resistance genes in the environment. Nordic Seminar on Antibiotic Resistance Marker Genes and Transgenic Plants, 1997; 12-13, 103-107.

27. Bergmans, H., Acceptability of the use of antibiotic resistance genes as marker genes in transgenic plants. 1993;106-108. In: OECD Report on the Scientific Approaches for the Assessment of Research Trials with Genetically Modified Plants. April 6-7, 1992. Jouyen-Josas.
28. Gebhard, F. and Smalla, K., Monitoring field releases of genetically modified sugar beets for persistence of transgenic plant DNA and horizontal gene transfer. FEMS Microbiol. Ecol., 1999;28: 261-272.
29. Keese P., Risks from GMOs due to horizontal gene transfer. Environmental Biosafety Research 2008;7: 123-149. 24
30. Jonas, D.A., Elmadfa, I., Engel, K.H., Heller, K.J., Kozianowski, G., König, A. et al. Safety considerations of DNA in food. Ann. Nutr. Metab., 2001;45: 235-254.
31. Lander ES. Initial sequencing and analysis of the human. Nature 2001;409: 860-921.
32. Schluter K, Futterer J and Potrykus I., Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia-chrysanthem*) occurs, if at all, at an extremely low frequency. BioTechnology 1995;13:1094-1098.
33. Koskella, J. and Stotzky, G., Microbial utilization of free and clay-bound insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis* and their retention of insecticidal activity after incubation with microbes. Applied and Environmental Microbiology 1997;63(9):3561-8.
34. Marchetti E, Accinelli C, Talame V and Epifani R., Persistence of Cry toxins and cry genes from genetically modified plants in two agricultural soils. Agronomy for Sustainable Development 2007;27 (3): 231-236.
35. Dona A and Arvanitoyannis IS, Health risks of genetically modified foods. Crit Rev Food Sci Nutr 2009;49: 164-175.
36. Tyshko NV, Aksyuk IN and Tutel'ian VA., Safety assessment of genetically modified organisms of plant origin in the Russian Federation. Biotechnol J 2007;2: 826-832.
37. Prescott, V.E. and Hogan, S.P., Genetically modified plants and food hypersensitivity diseases: usage and implications of experimental models for risk assessment. Pharmacol. Ther. 2006;111: 374-383
38. Séralini, G., Cellier, D. and de Vendomois, J.S., New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 2007;52: 596-602.
39. Flachowsky G, Halle I and Aulrich K., Long term feeding of Bt-corn – a ten generation study with quails. Arch Anim Nutr 2005;59(6): 449-451.
40. Duggan, P.S., Chambers, P.A., Heritage, J., Forbes, J.M., Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep. Br. J. Nutrition, 2003;89 (2), 159-166.
41. Zhang L., Hou D., Chen X., Li D., Zhu L., Zhang Y. et al. Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA. Cell Research 2012;22:107-126.
42. Heinemann J. A, Agapito-Tenfen S. Z., Carman J. A., A comparative evaluation of the regulation of GM crops or products containing dsRNA and suggested improvements to risk assessments. Environment International 2013;55: 43-55.
43. Jiang M., Sang X. ve Hong Z., Beyond nutrients: Food-derived microRNAs provide cross-kingdom regulation. BioEssays 2012;34(4): 280-284.

**How to cite this article/Bu makaleye atıf için:**

Çatalbaş T, Savaş HB, Gültekin F. Genetically Modified Foods and Their Effects on Human Health. Acta Med. Alanya 2017;1(3): 58-63 [Turkish]