

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ GIDALAR VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Sema ÖZMERT ERGİN¹, Hilmi YAMAN²

ÖZET

Biyoteknolojideki gelişmeler, organizmalar arası gen transferini mümkün hale getirmiştir. Değiştirilmiş gen dizilimine sahip ya da kendi doğasında bulunmayan, ancak gen transferi vasıtasıyla bir spesifik özellik dahil edilen organizmalar, genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) olarak tanımlanır. Bu teknoloji tarımdan sağlığa birçok farklı sektörde kullanılmaktadır. Gıdalarda verimi ve ürünün besleyici değerini artırmada veya meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmada, yenilebilir aşı ve ilaç üretiminde ve hastalıkların tedavisinde kullanılabilir. Buna karşılık gıda güvenliğinde azalma, insan sağlığını olumsuz etkileme gibi kaygılar; dini, kültürel ve etik sorunlar ortaya çıkabilir. Günümüzde bu konunun her yönü ile ilgili yeterli bilimsel veri bulunmamaktadır. Gelecek araştırmalar ve teknolojik ilerlemeler bu alanda daha detaylı ve net bilgiler sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar, Genetiği Değiştirilmiş Ürünler, Halk Sağlığı.

GENETICALLY MODIFIED FOODS AND THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH

ABSTRACT

Developments in biotechnology have made possible to transfer genes between microorganisms. Organisms with changed gene sequence or with a special characteristic which is not a part of its nature but rather inserted through gene transfer are defined as genetically modified organisms (GMO). This technology is used in a lot of different sectors from agriculture to health. It can be used in food to increase harvest and nutritional quality or shelf life of fruits and vegetables, in production of edible vaccine and drugs, and in treatment of diseases. On the contrary, decrease in food safety, worries about the negative effects to human health, religious and cultural ethical problems may occur. At present, there is not enough scientific data about every aspect of this topic. Further studies and technological developments will provide more detailed and clear data in this area.

Key words: Genetically Modified Organisms, Genetically Modified Products, Public Health.

¹ Doktora öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

² Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın Sağlık Yüksek Okulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

İletişim/Corresponding Author: Sema Özmert Ergin **Geliş Tarihi / Received :** 16.11.2012

e-posta: semaozmert@hotmail.com **Kabul Tarihi / Accepted :** 04.01.2013

GİRİŞ

Ülkemizde tarım ve gıda sektöründe süratli değişimler yaşanmaktadır. Gıda güvenliği ve halk sağlığı tüm ülkelerde gıda kontrol birimleri ve tüketiciler için büyük öneme sahiptir. GDO'lu (genetiği değiştirilmiş organizmalar) tarımsal ürünlerin 1996 yılında dünya ticaretine girmesinden sonra bu konu değişik çevreler tarafından tartışılmaya ve araştırılmaya başlanmıştır. GDO'lar tarım, tıp, sağlık, sanayi, kimya ve birçok alanda kullanılmaktadır (1,2).

Genetiği değiştirilmiş organizmalar, birtakım biyoteknolojik yöntemlerle canlıların sahip olduğu gen dizilimlerinin değiştirilmesi yoluyla canlılara yeni özellikler kazandırılması sonucu elde edilen farklı nitelikteki organizmalardır (3). Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar, Değiştirilmiş Canlı Organizmalar (DCLMO), Genetik Olarak Modifiye Edilmiş Mahsüller (GM) gibi değişik isimlerle de isimlendirilirler.

GDO'lar ile ilgili tartışmalarda en önemli konu şüphesiz bu gıdaların insan sağlığı üzerine olan etkileridir. Diğer taraftan çevre sağlığı, etiketleme, tüketicilerin bilme hakları, dini, kültürel, etik değerler ve gıda güvenliği gibi konular da bu tartışmalara konu olmaktadır (4).

Genetiği değiştirilmiş organizmaları destekleyen gruplar, bu teknolojinin besin kalitesinin ve sağlığa yönelik faydalarının artırılmasında, meyve ve sebzelerin raf ömürlerinin uzatılması ve duyuşsal özelliklerinin iyileştirilmesinde, ürün veriminin artırılmasında, yenebilir aşı ve ilaç üretiminde, insan hastalıklarının tedavisinde ve çevresel olarak birçok faydaları olacağı görüşündedirler. Bu organizmaları eleştirenlere göre ise besin kalitesindeki değişiklik, gıda güvenliği, alerjik ve toksik etki oluşturmaları, genetiği değiştirilmiş ürünlerin etiketlenmemesi durumunda tüketici haklarının ihlali, çevresel ve çeşitli grupların kaygıları ile dini, kültürel ve etik sorunların olabileceğini düşünmektedirler (5,6).

I- REKOMBİNANT DNA TEKNOLOJİSİ

Rekombinant DNA teknolojisi, çeşitli materyallerden genlerin izole edilip istenilen değişikliklerin yapılması, genlerin klonlanması ve bunların çeşitli araştırmalarda kullanılması uygulamalarıdır (7). Genetik mühendisliği 1970'lerde Kaliforniyalı bilim adamlarının enzim kullanarak rekombinant DNA'yı keşfetmeleriyle başlamıştır. Daha sonra antibiyotik dirençli soya, insektlere dirençli mısır ve patates, virüslere dirençli kabak gibi transgenik ürünler yetiştirilmeye başlanmıştır (8,9). Bir DNA fragmentinin veya bir gen bölgesinin elde edilip

çoğaltılmasında çeşitli evreler uygulanmaktadır. Bunlar, öncelikle organizmadan DNA'nın elde edilmesi (ekstraksiyon-pürifikasyon), sonra fragmentlere ayrılması (fragmentasyon), daha sonra da çeşitli yöntemler kullanılarak bu fragmentlerin sayısının artırılması (klonlama) evreleridir (10).

A- Rekombinant DNA Teknolojisinin Gıda Alanında Kullanımı

Rekombinant DNA teknolojisinden gıda alanında enzim üretimi, starter kültür üretimi, organik asit, aminoasit ve C vitamini üretiminde yararlanılmaktadır. Gıda üretiminde mikroorganizmaların enzim üretimini artırması biyoteknolojide kullanılan tekniklerdendir (11). Amacı ise insektlere, viral patojenlere direncin artmasıdır. Farklı rekombinant mikroorganizmalar tarafından üretilen kimoziin gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (12, 13).

Danimarka'da yapılan bir çalışmada; içeceklerde tatlandırıcı olarak kullanılan bir enzim üretilmiştir. Bu enzimin pH değişikliklerine dayanıklı olduğu bulunmuştur (14). Bu teknoloji ile peynir mayası için üretilen bir enzim sayesinde % 60 daha sert peynir yapımı sağlanmıştır (15).

Rekombinant DNA teknolojisi bazı starter kültürlerin üretiminde de kullanılmaktadır. Modern moleküler biyoloji teknikleriyle probiyotik laktik asit bakterileri elde edilmiştir (16). *Leuconostoc spp.* kültürü tereyağında istenmeyen bir bileşik olan asetaldehiti parçalamak için kullanılmıştır (17, 18).

Günümüzde C vitamini (askorbik asit) üretiminde glikoz rekombinant bir organizma tarafından ketoglikonik asite dönüştürülmekte ve daha sonra ketoglikonik asit askorbik asite dönüştürülmektedir (7).

II- GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ÜRÜNLER

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. 23 ülkede yapılan bir araştırmada ise 2007 yılındaki ekim alanı toplam 143 milyon hektar olduğu bulunmuştur (19, 20).

Bilinen izinli ilk GDO "FLAVRS AVR™"dır. Bu GDO'ya 1994'de ticari üretim izni alınmış ve transgenik domates çeşidi olarak geliştirilmiştir (21). 1995'te *Bacillus*

thuringiensis (Bt) mısır ekimi yapılmıştır. 1998’de GDO’lu ürünlerin etiketlenmesi ile ilgili düzenlemeler yapılmıştır (22).

Genetiği değiştirilmiş organizma üretimi gün geçtikçe artmakta ve hayatın her alanında karşımıza çıkmaya başlamaktadır. En yaygın ürünler ise soya, pamuk, mısır ve kanola olup uygulama en fazla soyadadır. Bunların yanında pirinç, balkabağı, ayçiçeği, yer fıstığı, kasava ve papaya da GDO’lu olarak üretilmektedir. Muz, ahududu, çilek, kiraz, ananas, biber, kavun ve karpuzda halen çalışmalar devam etmektedir. Tahıllardan ise yalnızca çeltikte yabancı ot ilacına dayanıklılık sağlayan bir gen aktarımı yapılmıştır. Buğday, arpa gibi yüksek ekonomik değere sahip ürünlerde henüz üretime sokulmuş bir transgenik ürün bulunmamaktadır (23).

A- Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar ve Amaçları

Gıda alanında GDO teknolojisinin farklı gıda gruplarında ve hangi amaçlarla kullanıldığı tablolarla gösterilmiştir.

Tablo 1. Genetiği Değiştirilmiş Meyve ve Sebzeler

GD ürünler	Hedefler	Kaynaklar
Domates	Herbisitlere dayanıklılık Raf ömrünü uzatmak	24
Patates, muz, domates	Yenebilir aşı üretmek	14, 25
Patates	Nişasta oranını artırmak	26
Patates, domates	Toksik madde oranını azaltma	27
Biber, domates	Çekirdeksiz ürünler	7
Soya, mısır, patates	Antibiyotik ve insektisitlere direnç	8, 9, 28
Kanola, ayçiçeği	Doymamış yağ oranını artırmak	29
Domates, çilek	Kutuplarda yaşayan bir balık geni transferi ile soğuğa dirençli ürün elde etmek	30
Çilek, şeftali, ananas	Olgunlaşmayı geciktirmek, raf ömrünü uzatmak	15
Patates	Kolera ve diyarenin önlenmesi	31
Muz	Virütik hastalıklara dayanıklılık	32
Üzüm	Çekirdeksiz üzüm elde etmek	32
Papaya, patates	Virüslere dirençlilik	33

Tablo 2. Genetiği Değiştirilmiş Tahıllar

GD ürünler	Hedefler	Kaynaklar
Çeltik	Verim artışı	16
Çeltik, ceviz	Alerjik etkinin azaltılması	27
Pirinç	A vitamini oranını artırmak	34, 25
Mısır ve soya	Kanatlı hayvan, balık beslenmesinde kullanma	35,6
Tahıl	Aminoasit oranını artırmak	23
Pamuk ve mısır	İnsektisitlere direnç	36, 37, 38
Buğday	Ot öldürücülere dayanıklılık	32
Çeltik	Demir ve beta-karoten içeriğini zenginleştirmek	39, 15
Mısır	Broyler beslenmesinde kullanma	30
Mısır	Viral bitki hastalıklarına dayanıklılık	15

Tablo 3. Genetiği Değiştirilmiş Et ve Et Ürünleri

GD ürünler	Hedefler	Kaynaklar
Balık	Et veriminin artması	40
Koyun	Az yağlı et üretimi	41
İnek	Et ve süt veriminin artması	5
Domuz	Yemden yararlanma oranının ve et veriminin artması	7
Koyun	Yün verimini artırma	15

Tablo 4. Genetiği Değiştirilmiş Süt ve Süt Ürünleri

GD ürünler	Hedefler	Kaynaklar
Süt	Laktoza duyarlı bireyler için sütün içeriğinin değiştirilmesi	5
Yoğurt	Mide asidine dayanıklı laktobasillerle probiyotik ürün eldesi	10
Peynir	% 60 daha sert peynir elde etmek	15

B- Genetiği Değiştirilmiş Laktik Asit Bakterilerinin Gıdalarda Kullanımı

GDO teknolojisi bitkisel ve hayvansal ürünlerin yanı sıra mikroorganizmalarda da kullanılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş mikroorganizmalar (bakteriler, mayalar ve küfler) ekmek, bira, peynir, bağcılık ürünleri vb. çeşitli üretimlerde, enzim ve gıda katkı maddesi olarak aminoasit elde etmek için kullanılmaktadır. Bu şekilde birçok endüstriyel ürün elde edilebilmektedir (5).

Bilindiği gibi starter kültürler fermente süt ve et ürünlerinin (peynir, tereyağı, yoğurt, sucuk vb.) yapımında kullanılırlar. Bu kültürler fermente besinin olgunlaşmasını sağlayarak ürüne özgü tat ve kokuyu verirler. Laktik asit bakterileri (LAB) gıda üretiminde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. LAB gram pozitif, sporsuz bakterilerdir. Fermente et, süt ve diğer gıda endüstrilerinde peynir, yoğurt, kefir, sosis, zeytin gibi gıdalarda fermentasyonda starter kültür olarak LAB'lar yaygın olarak kullanılırlar (16,42). Bu bakteriler ürünün kalitesini, raf ömrünü, besin değerini artırır.

Genetiği değiştirilmiş *Lactobacillus lactis* suşları kullanılarak Roquefort peynirlerinde kalite artırılmıştır. Yoğurt yapımında kullanılan *Lactobacillus delbrueckii subspecies bulgaricus* suşları ise ürünün raf ömrünü uzatmıştır. Ayrıca bu suşlar antibiyotik üretiminde, riboflavin ve diasetil enzimi üretiminde de kullanılırlar. Tereyağına karakteristik tat ve kokusunu veren, laktik asit bakterilerinin çoğalması ve laktik asit üreterek asiditeyi arttırması sürecinde oluşan diasetil isimli bileşiktir (42). Yine bu teknoloji ile *Leuconostoc spp.* kültürüne tereyağında istenmeyen bir bileşik olan asetaldehidi parçalama özelliği kazandırılmıştır (17). Yem endüstrisinde ise *Lactobacillus plantarum* kullanılmış ve bunun silaj yemlerde pH düşürücü etki gösterdiği bulunmuştur (43).

III. GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ GIDALARIN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

A. Olumlu Etkiler

1. Gıdaların Besin İçeriklerinin Artırılması

Tarımsal biyoteknoloji uygulamalarıyla gıda veriminde ve kalitesinde artış sağlanabilmektedir. Gıda kalitesindeki artış, gıdanın tadı, yapısı, görünüşü ve besin değerindeki artış anlamına gelmektedir. Domateste kuru madde oranının artırılması, soyadaki doymamış yağ asidi oranının artırılması gibi uygulamalar sağlık açısından yararlıdır.

Gıdaların besin değerinin artırılması insan beslenmesi ve sağlığın korunmasında önemli bir uygulamadır. Araştırmalara göre A vitamini yetersizliğinden dolayı 14 milyon çocuk tedavisi mümkün olmayan göz hasarıyla karşı karşıyadır. Yine dünya nüfusunun % 30'unda demir eksikliği görülmektedir. Bu durum öğrenme kabiliyetini azaltma, enfeksiyon artışı gibi sorunlar oluşturur. Bilim adamları A vitamini miktarını artıran bir pirinç türü üretmişlerdir. Farklı bir pirinç türünde de demir oranı iki kat artırılmıştır (44).

Gen aktarım teknolojisi ile bazı kanserlerin, kalp hastalığı ve körlük gelişiminin sebebi ve zararlı bir kimyasal reaksiyon olan, biyolojik oksidasyonu yavaşlatan veya engelleyen bileşikler olarak bulunan antioksidan vitaminlerin ve minerallerin ürünlerdeki düzeyi artırılmaktadır. C vitamini insan beslenmesi açısından önemlidir. Genetik değiştirme teknolojisi ile üretilen çilekte C vitamini düzeyi artırılmıştır (35). Gıda ürünlerindeki antioksidan düzeyinin artırılması, toplumda var olan belirli kanser ve diğer kronik hastalıkların oranının azalmasını sağlayacaktır. Önemli bir antioksidan olan likopen, genetiği değiştirilmiş domates, domates ürünleri ve biberde bol miktarda bulunmaktadır.

Doymuş yağ oranı yüksek olan yağlar insanlarda kolesterolün yüksek olmasına sebebiyet vermektedir. Sağlıklı bir beslenme açısından doymuş yağ oranı düşük ve doymamış yağ oranı daha yüksek olan yağlar tercih edilmelidir. Genetiği değiştirilmiş soya ve kolza çeşitlerinde doymamış yağ oranı artırılarak vücuttaki kolesterol oranı kontrol altına alınabilmiştir (23, 29).

Ayrıca yüksek nişasta oranına sahip patates çeşitleri, gluteni ve ekmeklik kalitesi yükseltilmiş buğday çeşitleri, aminoasit oranı artırılmış tahıl çeşitleri üretilmektedir (23). Transgenik yöntemlerle balıkların daha fazla büyüme hormonu salgılaması ve böylece et veriminin artması sağlanmıştır (3).

2. Gıda Veriminde Artış ve Yeterli Beslenme

Günümüzde dünyada yetersiz beslenme ve açlık sebebiyle ölümlerin görüldüğü ülkeler bulunmaktadır. Nüfusun hızla artması ise besin ihtiyacının karşılanması endişesini doğurmaktadır. Ekilebilir alanları artırmak mümkün olmadığı gibi, tarımsal üretimde kullanılacak tatlı su kaynakları da hızla azalmaktadır. Artan nüfusu besleyecek miktarda üretim birim alandan alınan ürün veriminin artırılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında genetiği değiştirilmiş ürünlerin açlığa bir çözüm olduğu düşünülmektedir (5,41).

Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı genlerin aktarıldığı ürünlerle hem ilaçlama maliyetleri azaltılmakta, hem de verimde artış sağlanmaktadır (45).

3. Yenebilir Aşı Üretimi

Dünya üzerinde çok sayıda insan önlenemez sağlık sorunları nedeniyle yaşamını kaybetmekte veya sakat kalmaktadır. Bu hastalıkların pek çoğunun önlenmesinde aşılama, en etkili yöntemdir. Aşıların pahalı olması, uygulanma şekli, uygulanması için eğitimli personele

ihtiyaç duyulması, taşınması ve saklanması zor olması, insanların sosyokültürel yapısı gibi birçok nedenle pek çok kişi aşıya ulaşamamaktadır. Tükettiğimiz sıradan bitkilere aktarılabilecek genler vasıtasıyla patojen mikroorganizmaların çeşitli proteinlerini sentezleyen bitkiler elde edilerek bu bitkilerin aşı olarak kullanılmasına çalışılmaktadır. Hepatit B, diyare, kolera, kızamık ve birçok hastalığa karşı genetiği değiştirilmiş meyve ve sebzeler kullanılmaktadır (25). Bu yöntemin en önemli avantajı aşının oral olarak alınabilmesidir. Bu amaçla patates, muz, tütün ve marul üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir (3). Domates ve patatese aktarılabilecek genlerle yapılan bir çalışmada aşı maliyetini düşürmek ve bu ürünleri Afrika gibi yerlere kolay ulaştırmak amaçlanmıştır (46). Ayrıca ishal aşısı içeren muz, protein içeren patates, kuduz aşısı içeren mısır ve monoklonal antikor üreten mısır çeşitleri üretimi gibi çalışmalarla sağlık alanında gelişmeler sağlanmıştır (23).

Son zamanlarda diyabet hastalarının insülini iğne yoluyla alması yerine ağız yoluyla alabilmesi için bitkilerde insülin üretimi amaçlanmıştır (5).

4. İnsan Hastalıklarının Tedavisi

Gıdaların besin değerinin artması (A vitamini artışı gibi), insan sağlığını olumlu etkiler. Ayrıca üretimde pestisit ve herbisitlere duyulan ihtiyacın azalması da gıda güvenliği, insan sağlığı, alerji ve duyarlılıkların azalmasını sağlar. Antihipertansif etkisi olan ovokinin içeren soya, laktoz intoleransı olan bireyler için üretilmiş laktoz içeriği azaltılmış süt tedavi amaçlı örneklerdir (3). Kolera ve diyarenin önlenmesi için üretilen genetiği değiştirilmiş patatesler etkili olmuştur. Koleradan AIDS'e kadar birçok hastalığa çözüm aranmakta, aşı üretimi yapılmaktadır. Bu gelişmeler insan sağlığını olumlu etkiler ve hayat kurtarır (31).

B. Olumsuz Etkiler

1. Antibiyotiklere Direnç Gösterme

Üretimi hızla artan GDO'lu ürünlerin sağlığımıza ne gibi etkileri olacağı belirsizdir. Yabancı genetik materyal başka bir canlıya verince, bu genler çevredeki hastalık yapan bakteri veya mikroorganizmalarla veya bunları yiyen insan ve hayvanların bağırsaklarındaki mikroplarla da birleşebilirler. Bu şekilde antibiyotiklere dirençli bakteriler oluşabilir ve bu durum sağlık açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir (47). Özellikle GDO'lu besinlerin antibiyotiklere dirençli genetik materyal taşıması, insan bağırsağındaki bakterilere bu genetik materyalin geçmesi, çok tehlikeli bir durum olabilir. Böyle bir aktarım sonucunda bugün

birçok hastalığın tedavisinde kullanılan antibiyotikler etkisiz kalabilir (22). Ayrıca antibiyotik direnç genlerinin patojen mikroorganizmalara geçmesi durumunda bu, bakterilerin neden olduğu enfeksiyonları kontrol altına almayı zorlaştıracaktır (2, 7).

2. Alerjik Etkiler

Genetik değiştirme teknolojisinin sebep olduğu sağlık problemlerinden biri bazı insanlarda alerjik reaksiyonlar oluşturmaktadır (44,48). Gıda alerjileri bağışıklık sistemiyle ilgilidir. İnsan vücudunda bu alerjiler ağızda dil ve dudak şişmesi ve kaşıntı, gözde kızarma ve şişme, solunum yollarında nefes almada zorluk, sindirim sisteminde abdominal ağrılar, diyare, kusma ve deride ekzama, kızarıklıklar şeklinde kendini gösterebilir. Bazı alerjik gıdalar süt, yumurta, balık, kabuklu deniz mahsulleri, fıstık, soya fasulyesi ve buğday olarak sayılabilir (23).

Genetiği değiştirilmiş soya ve mısır tüketimi sonucu alerjik tepkiler ortaya çıkmıştır. Örneğin, soyaya aktarılan bir fındık geni nedeniyle, fındığa alerjisi olan insanlarda soya tüketimi sonucu alerjik reaksiyonlar görülmüştür (49,50,51). ABD 'StarLink' adlı mısır türünün sadece insan tüketimi dışı amaçlar için üretimine izin vermektedir. Bunun nedeni 'StarLink'te yer alan bir Bt protein türünün daha yavaş sindirilmesi nedeniyle bazı kişilerde alerjik reaksiyonların gözlemlenmesidir (52).

3. Toksik Etkiler

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin olumsuz reaksiyonlarından biri de toksin oluşturmalarıdır (44). 1967 yılında ABD'de Lenapo patatesi olarak tanımlanan patates, cips yapımında kullanılmak üzere kuru maddesi yüksek olacak şekilde geliştirilerek piyasaya sunulmuştur. İki yıl sonra bu patates türü solanin toksini oluşturması nedeniyle Amerikan Tarım Bakanlığı tarafından piyasadan toplanmıştır (53).

1988-1989 yılları arasında Eosinofili-Miyalji Sendromu (EMS) nedeniyle 37 kişi ölmüş ve 1000 kişi hastalanmıştır. Araştırmacılar bu olaya L-Triptofan içeren besinlerin sebep olduğunu öne sürmüşlerdir (7). GDO'lu ürünlerin hemen hemen %70'ine yakını, kuraklığa ve böceğe dayanıklılık sağlanması amacıyla taşır. Bu ürünlerin böcek ilacı içerdiğini belirten GDO karşıtları, bu mısırı tüketen canlılarda toksik etkilerin ortaya çıkabileceğini belirtmektedirler (54).

4. Kanserojen Etkiler

Bilindiği gibi son zamanlarda kanser vakaları artmış ve daha erken yaşlarda görülmeye başlanmıştır. GDO'lu ürünlerin kanserojen etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Genetiği değiştirilmiş sığır büyüme hormonu (rBGH) süt verimini artırmak için ineklere enjekte edilmektedir. rBGH sütte insülin benzeri büyüme faktörünün (IGF-I) artmasına neden olmaktadır. IGF-I hem normal hücrelerin hem de kanserli hücrelerin büyümesine neden olmaktadır. Kanda IGF-I seviyesinin artması lenf, göğüs, rahim ve yumurtalık, prostat, kolon, akciğer ve pankreas kanserlerini ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca rBGH verilmiş hayvanlarının dalaklarının önemli bir şekilde büyüdüğü ve lenf sistemlerinde büyük değişiklikler geçirdikleri gözlenmiştir (55).

Kanada'da rBGH hormonu verilen sıçanların prostatlarında ve tiroid bezlerinde tümör gelişimi saptanmış ve hormon piyasadan kaldırılmıştır (47).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Genetiği değiştirilmiş organizmalar tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de oldukça güncel bir konudur. Genetiği değiştirilerek tüketime sunulan ürünler gün geçtikçe artmakta ve tartışma konusu olmaktadır. Bu konuda yapılan birçok çalışmaya rağmen GDO'ların yararlı ya da zararlı olmaları konusunda henüz kesin bir yargı öne sürülememektedir. Bunun nedeni GDO teknolojisinin yeni olması ve uzun vadede nasıl bir etki göstereceğinin bilinmemesidir.

Açılığa çözüm olarak başlatılan bu teknolojinin ekonomik faydalarından çok ortaya çıkaracağı sağlık sorunları üzerinde durulmalıdır. Bu teknoloji ile üretilen ürünler kullanıma sunulmadan önce alerjik, toksik etkileri bakımından incelenmeli, bunun için gerekli alt yapı oluşturulmalıdır. Etiketleme ile ilgili yasal önlemler mutlaka alınmalı, tüketicilerin satın aldıkları ürünlerin GDO içerip içermediğini bilmeleri sağlanmalıdır. İnsanlardaki biyogüvenlik kaygısını en aza indirmek ve toplumu bu konuda bilgilendirmek için çeşitli eğitim etkinlikleri düzenlenmelidir.

KAYNAKLAR

1. II. Tarım Şurası, X. Komisyon, 2004.
<http://www.orkoop.org.tr/uploads/files/10.komisyon.pdf> Erişim tarihi: 24.01.2011.
2. Yanaz, S. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Konusu ve Cartagena Biyogüvenlik Protokolü. Dış Ticaret Dergisi 2003; 28:116-126.
3. Kulaç İ, Ağirdil Y, Yakın M. Sofralarımızdaki Tatlı Dert, GDO ve Halk Sağlığına Etkileri. Türk Biyokimya Dergisi 2006; 31(3):151-155.
4. Karlı B, Bilgiç A, Çelik Ş. İki Basamaklı Birden Fazla Sınırlı Bağımlı Değişkenlerin Mikroekonomi Alanlarına Uygulanışı: Türkiye’de Genetiği Değiştirilmiş Gıdaların Tüketim Örneği. 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu; 27-29 Mayıs 2009, Erzurum.
5. Çelik V, Balık D.T. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. Erciyes Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2007; 23(1-2):13-23.
6. Paoletti C et al. GMO Risk Assessment Around the World: Some Examples. Trends in Food Science & Technology 2008; 19:570-578.
7. Gücükoğlu A, Küplülü Ö. Genetik Modifiye Gıdalar. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi 2006; 77(2):30-38.
8. Anonim: World Hunger. Position of the American Dietetic Association 1995; 95:1160-1162.
9. Anonim: Natural Resource Conservation and Waste Management. Position of the American Dietetic Association 1997; 97:425-428.
10. Özer I. Genetik Yapısı Değiştirilmiş Besinler. Klinik Pediatri 2003; 2(2):74-77.
11. Barling D et al. The Social Aspects of Food Biotechnology: A European View. Environ. Toxicol. Pharmacol 1999; 7:85-93.
12. Deisingh A.K, Badrie N. Detection Approaches for Genetically Modified Organisms in Food. Food Res. Int 2005; 38:639-649.
13. Hails R.S. Genetically Modified Plants-the Debate Continues. Tree 2000; 15:14-18.
14. Mckay D, Davies M.J. News & Comment. Trends in Biotechnology 2001; V(19)11:437.
15. Atsan T, Kaya T.E. GDO’ların Tarım ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 2008; 22(2):1-6.

16. Ahmed F.E. Detection of GMO in Foods. Trends in Biotechnology 2002; 20(5):215-223.
17. Beckly J, Lewis S. Probiotics and Antibiotic Associated Diarrhea: The Case for Probiotics Remains Unproved. BMJ 2002, 325, 901.
18. Renault P. Genetically Modified Lactic Acid Bacteria: Applications to Food or Health and Risk Assessment. Biochimie 2002; 84:1073-1087.
19. Holst-Jensen A. Testing for Genetically Modified Organisms: Past, Present and Future Perspectives. Biotechnology Advances 2009; 27,1071-1082.
20. Cardarelli P, Brangunho M.R, Ferreira R.T.B, Cruz F.B, Gemal A.B. Detection of GMO in Food Products in Brazil: The INCQS Experience. Food Control 2005; 16:859-866.
21. Nelson R.R, Poorani A.A, Crews J.E. Genetically Modified Foods. Journal of Foodservice Business Research 2009; 6(4):89-105.
22. Meseri R: Beslenme ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. TAF Preventive Medicine Bulletin 2008; 7(5):455-460.
23. Çiçekçi O. Yüksek lisans tezi; 'İlköğretim Okullarında Görevli Öğretmenlerin Transgenik Ürünler Konusundaki Bilgilerinin ve Görüşlerinin Belirlenmesi' Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Aile Ekonomisi ve Beslenme Eğitimi Anabilim Dalı, Tez yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Yasemin Ersoy, Ankara- 2008.
24. Viyajakumar K.R, Martin A, Gowda L.R, Prakash V. Detection of Genetically Modified Soya and Maize: Impact of Heat Processing. Food Chemistry 2009; 117:514-521.
25. Le B, Fernandez S. Genetically Modified Food. The Traprock 2004; 3:37-40.
26. Duffy M. Is GMO or Non-GMO More Profitable ?-A Look at 1998 AgDM newsletter, 1999.
27. Anonim: Harvest on the Horizon. Future Issues of the Agricultural Biotechnology 2001. <http://pewagbiotech.org>. Erişim tarihi: 22.03.2010.
28. Letourneau D.K, Burrows B.E. Genetically Engineered Organisms: Assessing Environmental and Human Health Effects. Agriculture, Ecosystems&Environment 2003; 97:357-360.
29. Spök A. Molecular Farming on the Rice-GMO Regulators Still Walking a Tightrope. Trends In Biotechnology 2006; 25(2):74-82.
30. Gürlek M, Turan F, Turan C. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Hayvan Beslemede Kullanımı. Turkish Journal of Aquatic Life 2007; 5(8):812-819.

31. Hyde, J. Genetically Modified Food. IPA 1999; 17.
32. Aksoy F. Yüksek lisans tezi; 'Lise Öğretmenlerinin Genetiği Değiştirilmiş Gıdalara İlişkin Bilgi Düzeyleri, Görüşleri ve Bilgilendirilme İhtiyaçlarının Belirlenmesi' Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Özlen Özgen, Ankara-2006.
33. Cantamutto M, Poverene M. Genetically Modified Sunflower Release: Opportunities and Risks. Field Crops Research 2007; 101:133-144.
34. Schneider K.R, Schneider R. Genetically Modified Food. Food Science and Human Nutrition Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida 2002. <http://www.edis.ifas.ufl.edu>. Erişim tarihi: 23.12.2009
35. Sarıca Ş, Kılınç K. Kanatlı Hayvan Beslemede Genetik Yapısı Değiştirilmiş Yem Maddelerinin Kullanımı. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2004; 21(2):119-125.
36. Thomson J. Genetically Modified Food Crops for Improving Agricultural Practice and Their Effects on Human Health. Food Science and Technology 2003; 14:210-228.
37. Amarger N. Genetically Modified Bacteria in Agriculture. Biochimie 2002; 84:1061-1072.
38. Yıldırım A.N. Yüksek lisans tezi; 'Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Mevcut Yapısı ve Adana'daki Tüketicilerin Bilgi Düzeyleri' Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez yöneticisi: Doç. Dr. Dilek Bostan Budak, Adana-2006.
39. Demir A, Pala A. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara Toplumun Bakış Açısı. Hayvansal Üretim 2007; 48(1):33-43.
40. Demir A, Seyis F, Kurt O. Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar: 1.Bitkiler. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2006; 21(2):249-260.
41. Ergin I, Gürsoy Ş.T, Öcek Z.A, Çiçeklioğlu M. SMYO Öğrencilerinin Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara Dair Bilgi, Tutum ve Davranışları. TAF Preventive Medicine Bulletin 2008; 7(6): 503-508.
42. Sybesma W, Hugenholtz J, de Vos WM, Smid EJ. Safe Use of Genetically Modified Lactic Acid Bacteria in Food. Bridging the Gap Between Consumers, Green Groups and Industry. Electronic Journal of Biotechnology 2006; 9(4):424-448.
43. Kerovuo J, Tynkkynen S. Expression of Bacillus Subtilis Phytase in Lactobacillus plantarum. Letters in Applied Microbiology 2000; 30(4):325-329.

44. Van den Bergh J.C.J.M, Holley J.M. An Environmental-economic Assessment of Genetic Modification of Agricultural Crops. *Futures* 2002; 34:807-822.
45. Qin Y, Silva J.A.T, Zhang L, Zhang S. Transgenic Strawberry: State of the Art for Improved Traits. *Biotechnology Advances* 2008; 26:219-232.
46. Greenwell P, Rughooputh S. Genetically Modified Food: Good News but Bad Press. *The Biomedical Scientist* 2004; 48(8):845-846.
47. Doğruyol H. Gıdalardaki Katkı Maddeleri ve Zararları. Nobel Tıp Kitabevleri 1. baskı. ISBN: 9789754205886 İstanbul-2007, ss:63-78.
48. König A et al. Assessment of the Safety of Foods Derived From Genetically Modified Crops. *Food and Chemical Toxicology* 2004; 42:1047-1088.
49. Batista R et al. Lack of Detectable Allergenicity of Transgenic Maize and Soya Samples. *J Allergy Clin Immunol* 2005; 403-410.
50. Clapp J. Illegal GMO Releases and Corporate Responsibility: Questioning the Effectiveness of Voluntary Measures. *Ecological Economics* 2008; 66:348-358.
51. Vergragt P.J, Brown H.S. Genetic Engineering in Agriculture: New Approaches for Risk Management Through Sustainability Reporting. *Technological Forecasting & Social Change* 2008; 75:783-798.
52. Şenyuva H, Gilbert J. Gıda Zincirinde Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların Analizi. *FoodLife International*. <http://www.foodlifeint.com> Erişim tarihi: 19.11.2010
53. Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık ISBN:978-975-00131-0-9 Ankara-2007, ss:331-341.
54. Anonim: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. www.bilimvesaglik.com. Erişim tarihi: 01.02.2011.
55. Genetiği Değiştirilmiş Süt ve Ürünlerinin Kansere Riskine Etkisi. <http://www.forum.gidagundemi.com> Erişim tarihi: 14.02.2011.