

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALAR YARARLI MI, ZARARLI MI?

Ece Elif Öcal¹, Burhanettin Işıklı¹

1-Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı

Özet

Son tahminler, 2030 yılına kadar açlık ve malnutrisyonun olmadığı bir dünya hedefine ulaşmanın zor olacağını göstermekte ve 2030'da dünya nüfusunun yaklaşık 8.5 milyara çıkacağı öngörülmektedir. Günümüzde ulaşılan teknolojik imkânlar; bitkiler, hayvanlar, bakteri ve mantarlarda yeni özelliklerin oluşturulması için genetik materyali değiştirmeyi mümkün hale getirmiştir. Genetik materyali doğal olmayan yollarla değiştirilmiş organizmalar, genetiği değiştirilmiş organizma olarak tanımlanmaktadır. Üretici ve tüketici için bazı avantajlar sağladığından genetiği değiştirilmiş organizmalı gıdalar, genetiği değiştirilmiş tarımsal gıda ürünleri, yüksek verimliliklerinden dolayı dünya çapında geliştirilmektedir. Mevcut durumda piyasada bulunan genetiği değiştirilmiş mahsullerinin temel amacı, böcekler ya da virüslerin neden olduğu hastalıklara direnç sağlanması veya herbisitlere toleransın artırılmasıyla verimliliğin artırılmasıdır. Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamaların Edinme Servisi'nin 2017 raporu, biyoteknolojik ürünlerin ticarileşmesinin ilk 21 yılında (1996-2016), çiftçilere tarımsal, çevresel, ekonomik, sağlık ve sosyal olarak önemli faydalar sağladığını ve tüketici sayısının giderek arttığını doğrulamıştır. Gelecekte genetik modifikasyon ile gıdaların besin içeriğini değiştirmek, alerjik potansiyeli azaltmak ve üretim sistemlerinde verimliliği artırmak hedeflenmektedir. Modern biyoteknoloji yöntemleri, konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığında, artmış bir spesifikite ile rekombinant veya iyileşmiş özelliklere sahip gıda ürünlerinin gelişimini sağlar. Bununla birlikte, genetiği değiştirilmiş gıdaların toplum tarafından kabul edilmesi ya da reddedilmesi için risk değerlendirmesi ve prosedürleri, daima yenilikçi metodolojik imkanlar kullanılarak ele alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Genetiği değiştirilmiş organizma, gıda, biyoteknoloji.

GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS: USEFUL or HARMFUL?

Abstract

According to the latest estimates, it is shown that it will be difficult to achieve a world without hunger and malnutrition by 2030, and it is predicted that the world population will increase to 8.5 billion by 2030. Today, technological possibilities have made it possible to change the genetic material to create new features for plants, animals, bacteria and fungi. Organisms whose genetic material had been modified via unnatural ways are called as genetically modified organisms. Genetically modified organisms have been developed and marketed due to their high efficiency for producers and consumers. Currently, the main target of commercially available genetically modified crops is to protect crops by providing resistance to diseases caused by insects or viruses, or by increasing tolerance to herbicides. According to the 2017 report of the International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, in the first 21 years of commercialization of biotechnological products(1996-2016), are providing significant agricultural, environmental, economic, health and social benefits for farmers and caused increasing number of consumers. Oncoming future, it is aimed to change the nutrient content of foods, reduce the allergic potential and increase the efficiency of the production systems by genetic modification. Modern biotechnology methods provide an accelerated development of food products by recombinant or improved features of increased specificity compared to conventional techniques. However, risk assessment and procedures for the adoption or rejection of genetically modified foods by the public should always be addressed through innovative methodological facilities.

Key Words: Genetically modified organism, food, biotechnology.

Sorumlu Yazar: Ece Elif Öcal, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD. Eskişehir, Türkiye. e-posta: elifece90@hotmail.com

Geliş tarihi: 26.12.2018, **Kabul Tarihi:** 09.01.2019

Nasıl Atıf Yaparım / How to Cite: Öcal EE, Işıklı B. Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar Yararlı mı Zararlı mı? ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi. 2019;4(1):71-79.

Giriş

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (GTÖ; Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO), Uluslararası Tarımsal Kalkınma Fonu (International Fund for Agricultural Development, IFAD), Birleşmiş Milletler Çocuk Fonu (United Nations Children's Fund, UNICEF), Dünya Gıda Programı (World Food Programme, WFP) ve Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ; World Health Organization, WHO)'nün 2017 yılında yayınladığı "Dünyada Gıda Güvenliği ve Beslenme Durumu" raporuna göre, dünyada yetersiz beslenen insan sayısı, 2015 yılında 777 milyondan 2016 yılında tahminen 815 milyona çıkmıştır ancak hala bu sayı 2000 yılındaki 900 milyonun altındadır. Benzer şekilde, yetersiz beslenme prevalansının 2016'da %11'e yükseldiği tahmin edilirken, bu durum on yıl öncesindeki seviyenin oldukça altındadır (1). Hane halkı gıda güvenliği ve beslenme arasındaki ilişkiyi ortaya koymak ve güncel gıda güvenliği yaklaşımı ile beslenme trendlerindeki arasındaki belirgin uyumsuzluğun nedenlerini saptamak amacıyla konuya ilişkin daha spesifik değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Bununla

birlikte, son tahminler 2030 yılına kadar açlık ve malnutrisyonun olmadığı bir dünya hedefine ulaşmanın zor olacağını göstermektedir (1).

Birleşmiş Milletler (BM) 2015 Revizyonu raporuna göre, dünya nüfusu 1950 yılında yaklaşık 2.5 milyar iken, 2015 yılında 7.4 milyar olmuş ve 2030 yılında da yaklaşık 8.5 milyara çıkacağı öngörülmektedir (2). Bu hızlı artış ile birlikte gıda ihtiyacı da giderek artmış ve nüfusun beslenmesi önemli bir sorun haline gelmiştir (3, 4). İnsanlar bitki ve hayvanları kendi amaçları doğrultusunda yetiştirmelerini takiben daha yararlı özelliği olanları ayırarak tohum elde etmeyi ve üretmeyi tercih etmişlerdir. Dolayısıyla doğal yollarla seçilim hastalıklara ve çevresel etkenlere dayanıklı genetik varyasyonların oluşmasını sağlamıştır. Günümüzde ulaşılan teknolojik imkânlar; bitkiler, hayvanlar, bakteri ve mantarlarda yeni özelliklerin oluşturulması için genetik materyali değiştirmeyi mümkün hale getirmiştir. Bu teknoloji öncelikle tarımsal ürünlerde böceklerle karşı direnci ve herbisit toleransını artırmak ve mikroorganizmalarda enzim üretmek için kullanılmıştır (5).

Genetiği Değiştirilmiş Organizma nedir?

Genetik materyali doğal olmayan yollarla değiştirilmiş organizmalara genetiği değiştirilmiş organizma (GDO), bunlardan türetilen, GDO içeren ya da GDO kullanılarak üretilen ürünler de genetiği değiştirilmiş gıdalar ve yemler olarak tanımlanmaktadır (5, 6).

DSÖ'ne göre, GDO'lar, doğal rekombinasyon ya da eşleşme ile oluşmamış, ancak genetik materyali

(DNA) değiştirilmiş organizmalar olarak tanımlanmaktadır. Teknoloji ise genellikle "modern biyoteknoloji" veya "gen teknolojisi", bazen de "rekombinant DNA teknolojisi" ya da "genetik mühendisliği" olarak adlandırılmaktadır. Bu teknoloji seçilen özgün genlerin bir organizmadan diğerine, hatta ilişkisiz türler arasında da aktarımına imkân vermektedir (6).

Tarihçe

İnsanoğlu, gıdaların kaliteli besin kavramına ilaveten sağlıkla ilişkili faydalarını artırmak için uzun yıllardır uğraşmaktadır (7). Louis Pasteur'un şarapla yaptığı çalışmadan başlayarak, modern gıda bilimi ve teknolojisi, gıdaların güvenilirliği ve ulaşılabilirliği konusunda büyük katkılar sağlamıştır (8). Özellikle son 20 yılda biyoteknoloji çalışmaları içinde yeni gıda teknolojilerine yönelik araştırma ve geliştirme girişimleri görülmüştür (9). İlk GDO'nun tıbbi ürünlerin endüstriyel üretimi için kullanıldığı 1980'lerin ikinci yarısından itibaren, gen teknolojisi uygulamaları üzerine tartışmalar sürmektedir (10). 1994'te geliştirilen ilk genetiği değiştirilmiş (GD) gıda olan "Flavr Savr" domatesi (olgunlaşması geciktirilmiş domates) ve 1996'da geliştirilen bir

yetişkin somatik hücreden klonlanan ilk memeli Dolly'nin doğuşu, bilimsel alanda pek çok tartışmaya neden olmuştur (9).

İlk GD gıda olarak kabul edilen Flavr Savr'ın, 1990'lı yılların ortalarında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) pazarına sunulmasını takiben GD mısır, soya fasulyesi, kolza ve pamuk bazı ülkeler tarafından üretilmiş ve uluslararası ölçekte pazarlanmaya başlanmıştır (11). 21.yüzyıla gelindiğinde biyoteknoloji, eko-tekno-politik teknolojilerden biri olarak yer almıştır (10). Besin değerinin artışı, beslenme yetersizliklerini de azaltarak ülkelerin temel gereksinimlerini sağlamaya yardımcı olabileceğinden dolayı (7), birçok ülke farklı alanlarda verimliliklerini iyileştirmek için kendi teknoloji stratejilerini geliştirmişlerdir (10).

Genetiği Değiştirilmiş Organizma ve Kullanımının Gelişimi

Üretici ve tüketici için bazı avantajlar sağladığından GDO'lu gıdalar geliştirilmiş ve pazarlanmıştır. Yapılan çalışmalar bu ürünlerin daha düşük fiyatlı ve dayanıklılık ve/veya besin değeri açısından daha fazla faydaya sahip olduğunu göstermektedir. GD tohum üreticileri de, ilk olarak ürünlerinin üreticiler tarafından kabul edilmesi ve gıda endüstrisine direkt fayda sağlayacak yenilikler üzerine yoğunlaşmışlardır (6). Böylece günümüzde, GD tarımsal gıda ürünleri, yüksek verimliliklerinden dolayı dünya çapında geliştirilmektedir (12). Ancak, bazı yazarların belirttiği gibi GDO'ların ortaya çıkış gerekçesi sürekli gelişen, geliştirilen bilimsel ve teknolojik uygulamaların yetersiz beslenme riskiyle yaşayan insanların yararına kullanılması, dezavantajlı bu insanların sorunlarının çözülmesini sağlamak gibi insani bir amaç veya eylemlilik mi, yoksa bu ürünlerin piyasa koşullarına açılmasını,

metalaştırılmasını, ticarileştirilmesini hedefleyen ekonomi politikalarının bir ürünü ve yeni bir beslenme alanı olarak yeni bir pazar yaratılması mıdır sorusu da akıldan çıkarılmamalıdır. Şu da unutulmamalıdır ki, bir transgenin, alıcı organizmaya yerleştirilmesi her aşamasında kontrol edilebilen bir süreç değildir ve transgenin konakçıya entegrasyonu, ekspresyonu ve stabilitesi açısından çeşitli sonuçlara yol açabileceği bildirilmektedir (11). GD gıdalar ile ilgili tartışmalar, genellikle bu gıdaların insan sağlığı ve çevre güvenliği üzerindeki potansiyel olumsuz etkileri konusundaki belirsizliklere odaklanmaktadır. GD gıdalarla ilişkili potansiyel üç ana sağlık riski toksisite, alerjenite ve genetik tehlike şeklindedir (13).

GDO'ya dayalı bitkileri geliştirmenin amaçlarından biri de mahsulün korunmasını sağlamaktır. Mevcut durumda piyasada bulunan GD

mahsullerinin temel amacı, böcekler ya da virüslerin neden olduğu hastalıklara direnç sağlanmasıyla veya herbisitlere toleransın artırılmasıyla mahsullerin daha iyi muhafaza edilmesidir (6).

Bacillus thuringiensis bakterisinin toksin üretme geni ile gıda bitkilerinde böceklere karşı direnç sağlanmıştır. Günümüzde bu toksin konvansiyonel bir insektisit olarak tarımda kullanılmakta olup diğer taraftan bulaşlı bu gıdaları tüketenler için de güvenli olduğu bildirilmektedir. Bu toksini özü itibariyle üretebilen GD bitkilerin gelişiminde daha düşük miktarlarda pestisite gerek duyulduğu gösterilmiştir. Virus direnci, bitkilerde hastalığa neden olan virüslerden bir genin entegre edilmesi ile sağlanmakta, bitkilerin hastalıklara duyarlılığı azalmakta ve verimin artması sağlanmaktadır (6). Örneğin; *Bacillus thuringiensis* bakterisinden elde edilen iki yeni delta-endotoksininin, mısırları batı mısır kök kurdunun yarattığı kök hasarına karşı koruduğu gösterilmiştir. Elde edilen koruma düzeyi, insektisitlerin sağladığı korumadan daha güçlüdür (14).

Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamaların Edinme Servisi'nin (*International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, ISAAA*) hazırladığı 2017 raporuna göre biyoteknolojik ürün tohum piyasasının global değerinin 2016 yılına göre %9 artarak 17.2 milyar Amerikan doları olduğu (2016 da 15.8 milyar Amerikan doları) ve 1996'daki 93 milyon dolarlık değerinin 185 kat arttığı tahmin edilmektedir (15). ISAAA'nın 2016 raporunda biyoteknolojik mahsullerin ilk ticarileştirildiği 1996'dan 2016 yılına kadar 20 yıllık dönemde birikmiş olan global değerinin 164.624 milyar

Amerikan doları olduğu tahmin edilmektedir (16).

ISAAA 2017 raporuna göre biyoteknolojik ürünlerin ticarileşmesinin ilk 21 yılında (1996-2016), çiftçilere tarımsal, çevresel, ekonomik, sağlık ve sosyal olarak önemli faydalar sağladığını ve tüketici sayısının giderek arttığını doğrulamıştır (15). 21 yıl içinde, ISAAA'nın raporuna göre dünyada ticari açıdan 1.04 milyar hektar biyotek soya, 0.64 milyar hektar biyotek mısır, 0.34 milyar hektar biyotek pamuk ve 0.13 milyar hektar biyotek kanola olmak üzere toplamda 2.15 milyar hektarlık biyotek mahsul yetiştirilmiştir. Bahsedilen 2.15 milyar hektardan üretilen biyoteknolojik ürünlerin, mevcut 7.6 milyar insanın gıda, besin, lif ve enerji ihtiyacına önemli katkılar sağladığı bildirilmektedir (15).

ISAAA (2017) raporuna göre tüm dünyadaki toplam ekili alanlar 1996 yılında 1.7 milyon hektar iken 2017 yılında 24 ülkede 189.8 milyon hektara ulaştığı, ekili alanların %53'ünün 19 gelişmekte olan ülkede, %47'sinin ise 5 gelişmiş ülkede yer aldığı bildirilmektedir (15).

Aynı raporda 1 milyon hektarın üzerinde ekim yapan ilk on ülke olarak, 75.0 (%40) milyon hektar ile ABD, 50.2(%26) milyon hektar ile Brezilya, 23.6(%12) milyon hektar ile Arjantin, 13.1(%7) milyon hektar ile Kanada, 11.4 (%6) milyon hektar ile Hindistan, 3.0 (%2) milyon hektar ile Paraguay, 3.0(%2) milyon hektar ile Pakistan, 2.8(%1) milyon hektar ile Çin, 2.7 (%1) milyon hektar ile Güney Afrika ve 1.3 (%1) milyon hektar ile Bolivya şeklinde sıralanmaktadır. İlk on ülkeden sadece ikisi gelişmiş ülke (ABD ve Kanada) grubunda iken, diğer sekizi gelişmekte olan ülkeler grubunda yer almaktadır (15).

Birleşmiş Milletler Biyogüvenlik (Cartagena) Protokolü

Biyçeşitlilik konularına yönelen uluslararası ana doküman niteliğinde olan Biyçeşitlilik Toplantısı Mayıs

1992'de Nairobi'de sonuçlanmış olup, 5 Haziran 1992'de Rio de Janeiro'da BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda

imzaya açılmış ve 29 Aralık 1993'te yürürlüğe girmiştir (17).

Biyçeşitlilik Toplantısı Taraflar Konferansı'nda, 29 Ocak 2000'de Cartagena Protokolü olarak kabul edilen sözleşme, biyçeşitliliği, modern biyoteknolojiden kaynaklanan değiştirilmiş organizmaların potansiyel risklerinden korumayı amaçlamaktadır (18). Bu protokol, 15-26 Mayıs 2000'de Nairobi'deki BM Ofisi'nde ve bölgesel ekonomik entegrasyon kuruluşlarında, 5 Haziran 2000'den 4 Haziran 2001'e kadar New York'taki BM Genel Merkezi'nde imzaya açılmış (17), 11 Eylül

2003 tarihinde de yürürlüğe girmiştir (18). Türkiye bu protokolü 24 Mayıs 2000 tarihinde imzalamış, 24 Ekim 2003'te onaylamış ve 24 Ocak 2004'te yürürlüğe koymuştur (19).

Bu protokolün kapsamı, insan sağlığına olan riskler de hesaba katılarak, biyçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliği üzerinde olumsuz etkilere neden olabilecek bütün değiştirilmiş organizmaların sınır ötesi hareketi, geçişi, ambalajlanması ve kullanımı için uygulanacak kuralları içermektedir (17).

Türkiye'deki Genetiği Değiştirilmiş Organizma Mevzuatı

Ülkemizde 26/10/2009 tarih ve 27388 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik", 18/3/2010 tarihli ve 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu'na dayanılarak hazırlanan 26/9/2010 tarihinde yürürlüğe giren

"Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik" ile değiştirilmiştir (20). "Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar Ve Ürünlerine Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik", 29/05/2014 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte GDO bulaşanı tanımı yapılmıştır (20).

Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların Sağlık Etkileri

GDO'ların risk değerlendirmesi kavramı ilk olarak 1975'teki Asilomar Konferansı'nda tartışılmıştır. Rekombinant DNA keşfi, halk sağlığını tehdit edecek potansiyel rekombinant virüslerin yaratımı ve sızıntısı konusunda araştırmacılar arasında endişeleri artırmıştır (11).

Genetiği değiştirilmiş gıdaların güvenlik ve nutrisyonel yönlerini değerlendirmek üzere, 1990 ve 1996'da GTÖ ve DSÖ ortak uzman görüşmeleri düzenlemiştir (21). GTÖ ve DSÖ'nün 2000 yılında düzenlediği "Uzmanlar Toplantısı"nda, GD gıdalara yerleştirilen yeni proteinlerin allerjenitesinin değerlendirilmesi için bir karar ağacı oluşturulmuş ve allerjenite için risk

değerlendirme prosedürlerinin güvenilirliğinin, ek kriterler de göz önüne alınarak artırılması gerektiği kararına varılmıştır (21).

De Vendomois ve arkadaşlarının memeli hayvanlar üzerinde GD mısır tüketimine yönelik yaptıkları çalışmada her bir GD ürünün kendine özgü patofizyolojik profili olduğu ve hiçbir şekilde GD ürünler için genel, benzer, subkronik toksik etkiden bahsedilemeyeceğini ortaya koymuşlardır (22).

Benzer şekilde DSÖ'de GDO'lar ve GD gıdalarla ilgili potansiyel risklerin, bu ürünlerin özelliklerini ve alıcı ortamlarının olası farklılıkları da dikkate

alınarak vaka bazında değerlendirilmesi gerektiğini önermektedir (11).

DSÖ Gıda Güvenliği Bölümü'nce geliştirilen GD gıdaların güvenlik değerlendirmesinde aşağıda sıralanan faktörler yer almaktadır (11):

- *Komşu bölgelerin sekans analizi ve kopya sayısını de içeren ilgili genin kimliği*
- *İlgili genin kaynağı*
- *GDO'nun kompozisyonu*

Sonuç

Mevcut GD gıdalar çoğunlukla bitkilerden köken almaktadır, ancak gelecekte bu gıdaların mikro-organizma ve hayvanlardan türetilen formlarının da piyasaya sürüleceği öngörülmektedir. Günümüz koşullarında, GD bitkiler, bitkisel hastalıklara karşı dirençli hale getirilerek ya da herbisit toleransı yükseltilerek verimliliği artırmak amacıyla geliştirilmiştir (23).

Gelecekte genetik modifikasyon ile gıdaların besin içeriğini değiştirmek, alerjik potansiyeli azaltmak ve üretim sistemlerinde verimliliği artırmak hedeflenmektedir. Ancak, tüm genetiği değiştirilmiş gıdaların piyasaya sürülmeden önce GTÖ/DSÖ Kodeks yönergeleri doğrultusunda risk analizleri yapılmalıdır (23).

- *Yeni DNA'nın protein ekspresyon ürünü*
- *Potansiyel toksisite*
- *Potansiyel alerjenite ve*
- *Kritik makro ve mikro besinler, antinutrientler, endojen toksinler, allerjenler ve fizyolojik olarak aktif maddeleri de içeren metabolik yollar veya konakçı DNA'sının bozulmasına veya gen ekspresyonuna sekonder olası etkiler*

Modern gıda bilimi ve teknolojisi alanında gelinen son nokta, gelişen teknolojinin güvenliği konusunda hem gerçek hem de hissedilen endişeler yaratmıştır. DSÖ, GTÖ ile birlikte genetik modifikasyon ve nanoteknoloji gibi yeni kavramlarla türetilen gıdaların değerlendirilmesinde danışmanlık hizmetleri vermektedir (8).

Modern biyoteknoloji yöntemleri, konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığında, artmış bir spesifikite ile rekombinant veya iyileşmiş özelliklere sahip gıda ürünlerinin hızlandırılmış gelişimini sağlar. Bununla birlikte, GD gıdaların toplum tarafından kabul edilmesi ya da reddedilmesi için risk değerlendirmesi ve prosedürleri, daima yenilikçi metodolojik imkanlarla ele alınmalıdır (11).

Kaynaklar

1. FAO, UNICEF, WFP, WHO: *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building Resilience for Peace and Food Security* Rome, FAO. 2017.
2. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.241.*
3. Atsan T, Kaya TE. Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) tarım ve insan sağlığı üzerine etkileri. *UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 2008;22(2):1-6.
4. Şen S, Altınkaynak S. Genetiği değiştirilmiş gıdalar ve potansiyel sağlık riskleri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2014;18(1):31-38.
5. European Food Safety Authority(EFSA), *GMO, Introduction-*, 12.07.2018; Available from: https://www.efsa.europa.eu/en/topic_s/topic/genetically-modified-organisms.
6. World Health Organization (WHO). *Frequently asked questions on genetically modified foods.* World Health Organization mayo http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/Frequently_asked_questions_on_gm_foods.pdf. 2014.
7. Çelik V, BALIK DT. Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi.* 2007;23(1):13-23.
8. World Health Organization (WHO), *Food Safety, Food technologies-*, 21.09.2018; Available from: http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/en/.
9. Rollin F, Kennedy J, Wills J. *Consumers and new food technologies.* *Trends in Food Science & Technology.* 2011;22(2-3):99-111.
10. Azadi H, Ho P. *Genetically modified and organic crops in developing countries: A review of options for food security.* *Biotechnology advances.* 2010;28(1):160-8.
11. World Health Organization (WHO). *Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study.* 2005.
12. Lin C-H, Pan T-M. *Perspectives on genetically modified crops and food detection.* *Journal of food and drug analysis.* 2016;24(1):1-8.
13. Zhang C, Wohlhueter R, Zhang H. *Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems.* *Food Science and Human Wellness.* 2016;5(3):116-23.
14. Moellenbeck DJ, Peters ML, Bing JW, Rouse JR, Higgins LS, Sims L, et al. *Insecticidal proteins from Bacillus thuringiensis protect corn from corn rootworms.* *Nature biotechnology.* 2001;19(7):668.
15. ISAAA. 2017. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years.* ISAAA Brief No. 53. ISAAA: Ithaca, NY.
16. ISAAA. 2016. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016.* ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, NY.
17. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2000). *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity: text and annexes.* Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
18. Convention on Biological Diversity, *The Cartagena Protocol, About the protocol, Introduction-*, 21.09.2018; Available from: <https://bch.cbd.int/protocol/background/>.

19. *Convention on Biological Diversity, The Cartagena Protocol, Parties, List of Parties, Country Profile, Profile information and status-*, 21.09.2018; Available from: <https://bch.cbd.int/about/countryprofile.shtml?country=tr> .
20. *Mevzuat Bilgi Sistemi, e-Mevzuat, Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik-*; 04.10.2018 Available from: <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.14203&MevzuatTliski=0&sourceXmlSearch=genetik%20de%20C4%9Fi%20C5%9Ftirilmi%20C5%9F>.
21. *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), World Health Organization (WHO). Evaluation of allergenicity of genetically modified foods: report of a joint FAO/WHO expert consultation on allergenicity of foods derived from biotechnology.* FAO, Rome. 2001.
22. *De Vendômois JS, Roullier F, Cellier D, Séralini G-E. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. International Journal of Biological Sciences.* 2009;5(7):706-726.
23. *World Health Organization (WHO), Health topics, Food, Genetically modified-*, 23.10.2018; Available from: http://www.who.int/topics/food_genetically_modified/en/ .