

## GENETİK MODİFİYE GIDALAR VE BU GIDALARIN GÜVENİLİRLİK DEĞERLENDİRMELERİ

Şehnaz ÖZATAY

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İZMİR

**Özet:** Genetik modifiye gıdalar, son yıllarda politik-ekonomik ve bilimsel dünyanın da dahil olduğu bir tartışmanın merkezinde bulunmaktadır. Tartışmalara rağmen genetik modifiye bitkilere ait ekim alanları her yıl artmaktadır. Buna bağlı olarak, bu bitkilerden elde edilmiş gıdaların dünya raflarındaki yeri de artış göstermektedir. Genetik modifiye gıdaların tespit edilmesi amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve bu gıdaların konvensiyel gıdalarla olan benzerliklerinin ortaya konabilmesi için “önemli ölçüde eşdeğerlik” (substantial equivalence) kavramı ortaya atılmıştır. Herhangi bir risk teşkil edip etmediklerinin belirlenmesi amacıyla, bir dizi değerlendirme basamaklarından oluşan risk analizi araştırmaları başlatılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *genetik modifiye gıdalar, önemli ölçüde eşdeğerlik, risk analizi, güvenilirlik değerlendirmesi.*

## GENETICALLY MODIFIED FOODS AND THEIR SAFETY ASSESSMENTS

**Abstract:** Genetically modified foods have been for some years at the centre of debates involving the political-economic and the scientific world. Although the presence of these debates, the global area of genetically modified plants continue to grow every year. According to this, the market places of foods derived from these plants indicate the growth. Different methods are developed for the detection of genetically modified foods and substantial equivalence concept is used for differentiation of similarities of conventional and genetically modified foods. For detecting the risks of genetically modified foods, risk analysis researches including assessment steps are started.

**Keywords:** *genetically modified foods, substantial equivalence, risk analysis, safety assessment.*

.....  
\* Sorumlu yazar

sehnazozatay@hotmail.com

## 1. GİRİŞ

Mikroorganizma, bitki ve hayvan kökenli istenen genlerin izole edilerek, birbirleri arasında transfer edilmeleri ile oluşan canlılara “genetik olarak modifiye edilmiş organizmalar” denmektedir. Bu canlılar, normalde kendi genetik yapılarında bulunmayan, değişik kaynaklardan elde edilmiş yabancı genleri taşımaktadırlar. Genetik modifiye kavramının yanı sıra bu canlılar için transgenik ifadesi de kullanılmaktadır [11, 13].

Tarım Bakanlığı'nın 27.05.2004 tarih ve 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkındaki Kanun”da genetik modifiye gıdalar; “Bitkisel, hayvansal ve mikrobiyolojik kaynaklara, genetik modifikasyon teknolojileri ile başka bir canlı türüne ait genin aktarılması ile DNA'sının belli bir bölümünde istenilen değişiklik yapılmış olan gıdaları ifade eder.” şeklinde tanımlanmıştır [4].

Genetik olarak modifiye edilmiş gıdalar üzerindeki tartışmalar, tüketicileri yanıltmakta ve şüphelendirmektedir. Bu nedenle, genetik modifiye gıdalar ve bu gıdaların güvenilirlik değerlendirmeleri üzerindeki çalışmalar giderek hız kazanmıştır [3].

## 2. GENETİK MODİFİKASYON ÇALIŞMALARININ AMAÇLARI

Genetik modifikasyonların başlıca amaçları olarak; ürün verimliliğini arttırmak ve meydana gelebilecek ürün kayıplarını azaltmak amacıyla; herbisitlere, böceklere ve hastalık etmenlerine (bakteri, fungus, virus) dayanıklılığın artırılması, bitkilerin tuza, soğuğa ve kuraklığa toleranslarının geliştirilmesi, ürünlerin besin değerlerinin ve raf ömürlerinin artırılması, tüketici istekleri doğrultusunda ürünlerin renk, şekil ve boyut açısından daha çekici hale getirilmeleri, sindirimle alınabilen aşuların üretilebilmesi, doğal toksik maddelerden ve alerjenlerden arındırılmış ya da azaltılmış ürünlerin elde edilmesi sayılabilmektedir [13, 5].

## 3. DÜNYADA ÜRETİMİ YAPILAN TRANSGENİK BİTKİLER

Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamaları Kazanım Servisi (International Service For The Acquisition of Agri-Biotech Applications) (ISAAA) tarafından genetik olarak modifiye edilmiş bitkilerin dünya genelinde toplam tarım alanlarında kapladığı alanın, 2004 yılı verilerine göre yaklaşık 81 milyon hektar olduğu tahmin edilmiştir. 2003'de ise 67.7 milyon hektar olduğu açıklanmıştır. 2003 yılında dünya genelindeki toplam transgenik bitki ekim alanlarına bakıldığında, sıralamanın ülke bazında; Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Kanada, Brezilya, Çin, Paraguay, Hindistan, Güney Afrika, Uruguay, Avusturalya, Romanya, Meksika, İspanya ve Filipinler şeklinde olduğu görülmektedir. Dünya genelinde ülkelere göre çeşitli transgenik bitkilerin ekim alanları; Amerika Birleşik Devletleri'nde 47.6 milyon hektar mısır, soya fasulyesi, pamuk ve kanola, Arjantin'de 16.2 milyon hektar soya fasulyesi, mısır ve pamuk, Kanada'da 5.4 milyon hektar soya fasulyesi, mısır ve kanola, Brezilya'da 5 milyon hektar soya fasulyesi, Çin'de 3.7 milyon hektar pamuk, Paraguay'da 1.2 milyon hektar soya fasulyesi, Hindistan'da 0.5 milyon hektar pamuk, Güney Afrika'da 0.5 milyon hektar mısır, soya fasulyesi ve pamuk, Uruguay'da 0.3 milyon hektar soya fasulyesi ve mısır, Avustralya'da 0.2 milyon hektar pamuk, Romanya'da 0.1 milyon hektar soya fasulyesi, Meksika'da 0.1 milyon hektar pamuk ve soya fasulyesi, İspanya'da 0.1 milyon hektar mısır, Filipinler'de 0.1 milyon hektar mısır, Kolombiya'da 0.05 milyon hektar pamuk, Honduras'da 0.05 milyon hektar mısır ve Almanya'da 0.05 milyon hektar mısır şeklindedir [2]. Ürün bazında bakıldığında dünya genelinde ekimi yapılan belli başlı transgenik bitkilerin ekim alanları ve oranları ise Tablo 1'de görülmektedir[6]. Buna göre, toplam transgenik ekim alanı içerisinde en büyük payı, % 61 ile soya alırken, bunu % 23 ile mısır, % 11 ile pamuk, % 5 ile kolza ve oldukça düşük oranlarda (% 0.1) patates, balkabağı ve papatya gibi bitkiler izlemiştir.

**Tablo 1:** Ürünlere göre Dünyadaki Transgenik Bitki Ekim Alanları (1997-2003) [6]

Ürün	Ekim Alanı (Milyon Ha)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Soya	5,1	14,5	21,5	25,8	33,1	36,5	41,4 (%61)
Mısır	3,2	8,3	11,1	10,3	9,8	12,4	15,5 (%23)
Pamuk	1,4	2,5	3,7	5,3	6,8	6,8	7,2 (%11)
Kolza (Kanola)	1,2	2,4	3,4	2,8	2,8	3,0	3,6 (%5)
Patates, Balkabağı, Papaya	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	<0,1 (%0,1)
<b>TOPLAM</b>	<b>11,0</b>	<b>27,8</b>	<b>39,9</b>	<b>44,2</b>	<b>52,6</b>	<b>58,7</b>	<b>67,7 (%100)</b>

#### 4. GENETİK OLARAK MODİFİYE EDİLMİŞ ORGANİZMALARIN ELDE ETME YÖNTEMLERİ

Genin modifiye edilmesinden sonra, *Agrobacterium*, biyolistik, protoplast mikroenjeksiyonu veya silikon karpid fiberlerin kullanılması gibi çeşitli transformasyon metotlarından bir tanesi kullanılarak, klonlanmış yeni genler, bitki hücrelerine aktarılırlar. Transfer edilen bu genler, hücre çekirdeğine girebilmeli ve bitki hücresine ait genetik materyal ile birleşmelidir, ancak bu şekilde gen eksprese olabilir ve sonraki generasyonlara aktarılabilir. Bitki hücrelerinin totipotent karakterde olması, bitkinin herhangi bir bölgesine ait tek bir hücrenin çoğalarak ve farklılaşma geçirerek tekrar tam bir bitki haline gelebilmesi anlamına gelmektedir. Hücreler bölünürken replikasyon gerçekleşir ve yeni geni de içeren kromozom kopyalanır. Sonuçta, transgenik bitkinin her hücresinde transfer edilen yeni gen de bulunur [6].

#### 5. TEKNOLOJİ KORUMA SİSTEMİ (GENETİK KULLANIMI SINIRLAMA TEKNOLOJİSİ-GURT)

Fikri Mülkiyet Hakları'nın sıkça konuşulduğu son yıllarda dünya tarımını önemli ölçüde etkileyecek bir gelişme olan, "Teknoloji

Koruma Sistemi" hem gelişmiş, hem gelişmekte olan ülkelerde geniş yankı uyandıran ve oldukça tartışılan bir konudur. Özellikle, bu teknolojinin çalışmasında görevli genler ve bu genler tarafından oluşturulan proteinlerin, insan sağlığı üzerinde tehlike oluşturup oluşturmadıkları tartışılmakta ve bu konunun incelenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır [15].

Teknoloji Koruma Sistemi veya Genetik Kullanımı Sınırlama Teknolojisi (GURT), transgenik hayvan ve bitki geliştiren kuruluşların çeşitlerini korumalarına veya geliştirmelerine olanak vermektedir. Bu teknolojinin kullanımı, üreticiler ve ıslahçılar üzerinde farklı etkilere sahip olabilir. Agrobiyoçeşitliliği ve çevreyi etkileyebilecek nitelikte olan teknoloji, iki gruba ayrılmaktadır [12, 20, 19]. Birincisi spesifik bir özelliğin ekspresyonunun regülasyonu ile kullanımının sınırlandırılmasına yönelik T-GURT teknolojisidir. T-GURT kavramında, bir özelliği kodlayan bir veya birden fazla gen, bir kimyasal indüktör ile kapatılıp açılabilir. Tohum kendi başına canlı durumdadır [20].

Çeşitlerin tekrardan üretilmelerinin müdahale edilmelerine yönelik sınırlayıcı bir teknoloji olan V-GURT'ta ise üç tip yaklaşım bulunmaktadır:

1. **tip:** Bu gruptaki tohumlar, fertil durumdadır. Ancak, kimyasal uygulamalar yardımıyla dormant durumdaki letal gen, aktif hale geçebilir. Bu gen, tohum gelişimini ve embriyo oluşumunu inhibe etmektedir. Elde edilen tohumlar, tüketim için kullanılabilir durumdadır, ancak fertil değildirler.
2. **tip:** Bu alternatif yaklaşımda tohumlarda bulunan letal bir gen steriliteye yol açmaktadır. İslahçıların gerçekleştirecekleri kimyasal uygulamalar ile başka bir gen aktif hale geçerek tohumların fertil hale gelmeleri ve çeşidin korunması sağlanabilmektedir. Ancak, bu uygulamalara tohumların satılmasından önce son verilmelidir.
3. **tip:** Üçüncü teknoloji, vejetatif olarak çoğalan, örneğin kök ve yumru bitkiler ile süs bitkilerinde kullanılmaktadır. Bu teknoloji ile ürünlerin depolanmaları boyunca büyümeler önlenmektedir. Bu durum, özellikle ıslahçıları, üreticileri ve tüketicileri ilgilendirmektedir. Normal olarak, büyümeyi engelleyen bir gen eksprese edilmektedir, ancak büyüme ikinci bir genin aktivasyonu ile restore edilebilmektedir. Hormon metabolizmasının ve fonksiyonlarının düzenlenmesi, bu yaklaşımda önemlidir [20].

## 6. DÜNYA RAFLARINDA BULUNAN GENETİK MODİFİYE GIDALAR

İki farklı tipe genetik modifiye gıda bulunmaktadır: genetik modifiye işlenmemiş gıdalar ve az miktarda genetik modifiye ürünü içeren işlenmiş gıdalar. Amerika'daki marketlerde genetik modifiye işlenmemiş gıdalar, geniş çeşitlilik göstermektedir. Elma, kuşkonmaz, arpa, pancar, havuç, üzüm, kivi, mısır, kavun, papaya, biber, patates, kanola, pirinç, soya, yerfıstığı, şeker kamışı, domates ve buğday bu gıdalar arasındadır [3]. Dünya genelinde üretimi yapılan soya ve mısır bitkileri, oldukça büyük oranlarda genetik modifikasyonlar sonucunda elde edilmektedir [2]. Genetik modifiye soya içeren işlenmiş gıda örnekleri; ekmek, şekerlemeler, erişte, unlu mamül bileşenleri, bisküviler, tahıllar, dondurma, çikolata ürünleridir. Mısır, soya

fasulyesi kadar geniş alanda kullanılan bir ürün değildir, ancak, işlenmiş mısır birçok ürünün içinde bulunabilmektedir. Genetik modifiye mısır içeren işlenmiş gıda örnekleri; bira, unlu mamüller, salata sosları, margarin, un ve glikoz şurubudur [3].

## 7. GENETİK MODİFİYE

### GIDALARIN TESPİT EDİLMESİ

Genetik modifiye gıdaların tespiti için PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) temelli metotlar, ticari kitler, biyosensörler ve mikroçipler ve diğer farklı metotlar bulunmaktadır.

- a) **PCR temelli metotlar:** Bu metotlarda en önemli basamak DNA'nın izolasyonu, saflaştırılması ve PCR için örneklerin hazırlanmasıdır. PCR-ELISA, SYBR Green 1 kullanımlı PCR, Real-time PCR, Dupleks ve Multipleks PCR ve Kantitatif PCR gibi PCR temelli metotlar bulunmaktadır.
- b) **Ticari kitler:** Genetik modifiye gıdaların tespiti için kullanılan çok sayıda ticari kaynaklı kitler bulunmaktadır.
- c) **Biyosensörler ve mikroçipler:** Çeşitli genetik modifiye gıdalara spesifik biyosensör ve mikroçipler geliştirilmiştir. Her iki yöntem, hızlı, hassas ve spesifik yöntemlerdir.
- d) **Diğer metotlar:** Elektroforez ve X-ray floresan, genetik modifiye gıdaların tespitinde kullanılan metotlar arasında sayılabilir [10, 5].

Bu yöntemlerin yanı sıra, proteinler, yağ asitleri ve karbonhidratların da belirlenmesi ve genetik modifiye olmadığından emin olunan çeşit ile kıyaslama yapılarak tespit işlemleri gerçekleştirilebilir. Ancak, bu yöntemlerden genellikle tespit için değil, eşdeğerliğin belirlenmesinde yararlanılmaktadır. Bu amaçla, GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi), ELISA, HPLC (Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi) ve NMR (Nükleer Manyetik Rezonans) gibi yöntemlerden yararlanılabilmektedir [16, 8].

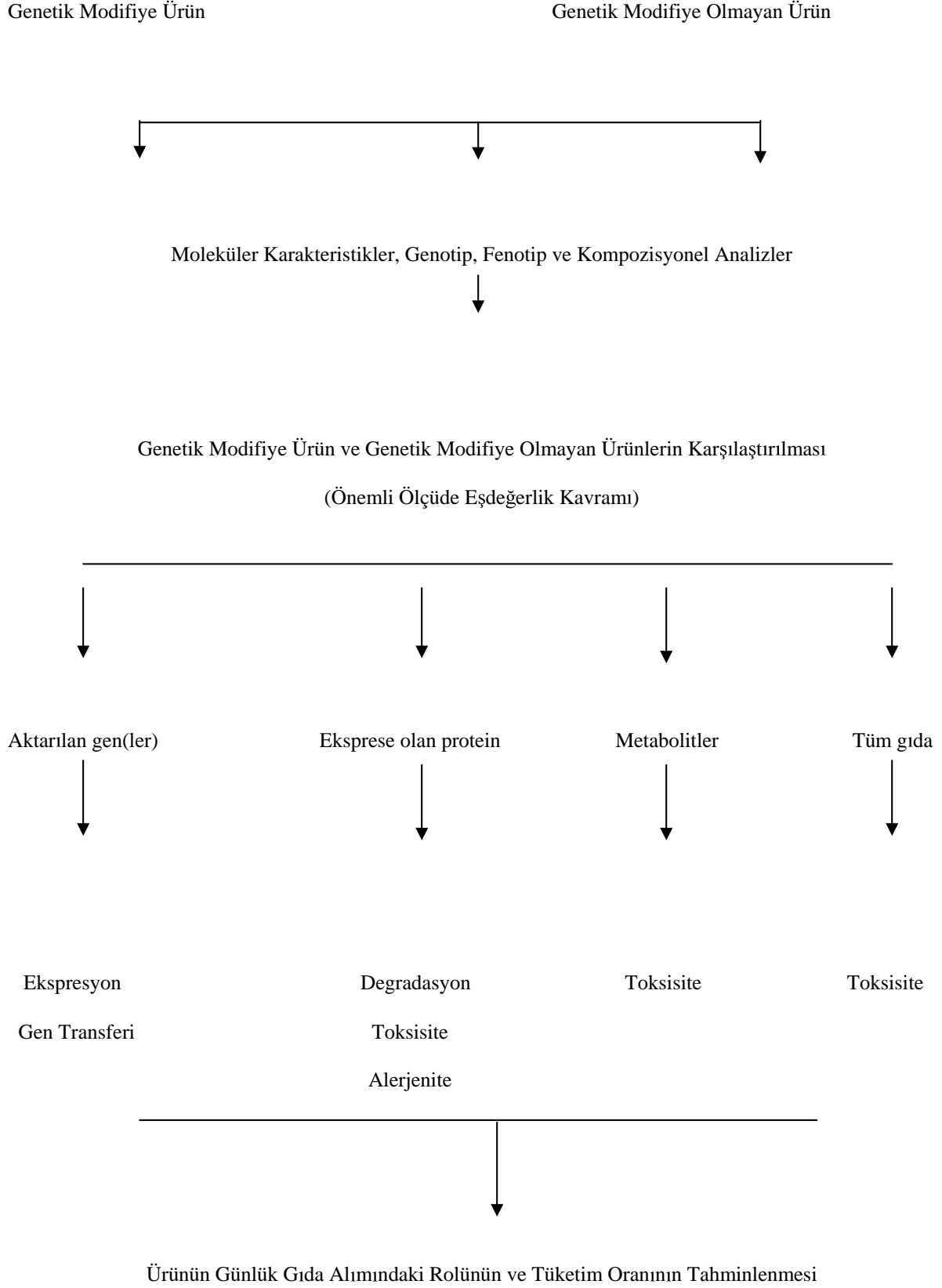
## 8. “ÖNEMLİ ÖLÇÜDE EŞDEĞERLİK” (SUBSTANTIAL EQUIVALANCE) KAVRAMI

“Önemli ölçüde eşdeğerlik” kavramı; agronomik ve morfolojik özellikler, kimyasal

kompozisyon, makro ve mikro besin elementi içeriği, anahtar toksinler ve beslenme üzerine olumsuz etki yaratan maddeler açısından genetik modifiye ve konvansiyonel ürünler arasında karşılaştırılmasının gerekliliğinden ortaya çıkmıştır. Bu kavram, genellikle klasik ıslah metotlarıyla elde edilmiş ebeveynler ile, karşılaştırmaya alınan GM ürünler arasındaki belirgin farklılıkların tanımlanmasına yardımcı

olmaktadır. Daha sonra, metabolik yol izlerini temsil eden ve değerlendirilen ürünler için tipik olan kompozisyonel parametreler seçilmektedir. Bu parametrelerdeki belirgin değişiklikler ortaya konularak, insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratabilme potansiyelleri değerlendirilmeye çalışılmaktadır (Şekil 1) [7].

**Şekil 1.** Genetik Modifiye Ürünlerin Risk Değerlendirmesinde “Önemli Ölçüde Eşdeğerlik” Kavramının Uygulanması



“Önemli ölçüde eşdeğerlik” durumları incelenerek, risk değerlendirilmesi ve denetlemeye yönelik kararların alınması sağlanmaktadır [14].

“Önemli ölçüde eşdeğerlik” analizlerinde toksik ve besleyici değeri inhibe eden maddeler üzerinde yoğunlaşılması gereklidir. Çünkü genetik modifikasyonlar, gen ekspresyonunu etkileyecek bileşenlerin yapısını değiştirebilmektedir. Bitkilerde bulunan toksik maddeler ile besleyici değeri inhibe eden maddeler arasındaki fark, halen tam olarak ortaya konabilmiş durumda değildir. Genellikle besleyici değeri inhibe eden maddeler, metabolizma içindeki (özellikle sindirim sırasında) önemli yol izlerini bloklayan veya engelleyen maddeler olarak bilinmektedirler. Besleyici değeri inhibe eden maddeler, besin elementlerinden (protein, vitamin ve mineral gibi) maksimum düzeyde yararlanmayı sınırlayan maddelerdir. Sonuç olarak, gıdaların besleyici değerini düşürmektedirler. Birçok besleyici değeri inhibe eden maddelerin (örn. oksalat veya siyanojenik asit), belli dozlarda toksik olma olasılığı bulunmaktadır. Besleyici değeri inhibe eden maddelerin olumsuz etkileri, bu ürünlerin çiğ tüketimlerinde çok belirgindir. Bu nedenle bu besleyici değeri inhibe eden maddeler ısıtma, haşlama, çimlenme ve otoklavlama sonucu etkinliklerini kaybetmektedirler [14].

Genetik modifiye bitkilerdeki toksinler ve besleyici değeri inhibe eden maddelerin konsantrasyonu, pleiotropik faktörlerden etkilenmektedir. Bu etkiler, aktarılan genetik materyalin genoma girmesinden sonra meydana gelen beklenmedik fenotipik etkiler sonucu oluşmaktadır ve tek bir genetik transfer, özelliklerde çoklu değişikliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle, pleiotropik etkilerin, önemli ölçüde eşdeğerlik değerlendirmesi içine alınması gerekmektedir [14].

Genetik modifiye gıdaların gerek çeşitli *in-vitro* testlere (örn. Gastrik sıvı modeli simule edilerek proteinlerin sindirim enzimlerine dirençliliğinin incelenmesi) ve gerekse de hayvanlarda gerçekleştirilen toksisite testlerine tabi tutulmaları gerekmektedir. Yine testler ile

“Günlük Kabul Edilebilir Alım” (Acceptable Daily Intake) değerinin belirlenmesi ile bu gıdaların insan sağlığına zarar vermeyecek seviyedeki maksimum günlük alım dozunun tespit edilmesi mümkün olmaktadır [7, 8].

Yapılan birçok çalışma, genetik modifiye organizmaların bitki toksin ve besleyici değeri inhibe eden maddelerin seviyelerinin transforme olmamış organizmalar ile aynı olduğunu göstermektedir. Ancak, yapılan bir çalışmada, genetik modifiye ve modifiye olmayan kolza bitkisindeki glukozinolat değerlerinin birbirlerinden belirgin ölçüde farklı olduğu saptanmıştır. Bir başka çalışmada ise, genetik modifiye patateslerin glikoalkoloid içeriklerinin kontrol hatlarına göre belirgin ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir [14, 9].

Genetik modifiye ürünlerin risk oluşturma ihtimali bulunan alanlar; insan ve hayvan sağlığı, çevre ve sosyo-ekonomik yapıdır. Bu ürünlerden elde edilmiş gıdaların insan sağlığı üzerine risk oluşturma ihtimali göz önünde bulundurularak, bu gıdalardan doğabilecek risklerin azaltılması ve beklenen azami faydanın sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, bu gıdalara risk analizi yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır [1, 7].

Risk analizi üç basamaktan oluşmaktadır. Bunlar; risk değerlendirme, risk yönetimi ve risk iletişimidir.

- Risk Değerlendirme:** Modern biyoteknoloji teknikleri uygulamalarının ve modern biyoteknoloji ürünlerinin, insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik üzerine oluşturabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi sürecini kapsamaktadır.
- Risk Yönetimi:** Belirlenen risklerin meydana gelme olasılığının ortadan kaldırılması ya da meydana gelme durumunda oluşacak zararların kontrol altında tutulması için gerekli tedbirlerin alınmasıdır.
- Risk İletişimi:** Risk değerlendirme aşamasında belirlenen risklerin ve risk yönetimi sırasında kontrol altında tutulmaya çalışılan risklerle ilgili alınması gerekli tedbirlerin ilgili tüm mercilere

duyurulması ve risk bilgi akışının ilgili taraflar arasında sağlanmasıdır [1].

Risk analizlerinin genel prensipleri ilk olarak, toksik kimyasalların sağlık üzerine etkilerinin değerlendirilmesi için oluşturulmuştur. **Risk**, insan sağlığını tehdit edecek tehlikelere maruz kalma ihtimali olarak tanımlanmaktadır. **Tehlike** ise, materyalin sahip olduğu, olumsuz sağlık sonuçlarına neden olabilecek potansiyeli olarak tanımlanmaktadır [7].

GM ürünler için tehlikenin tanımlanması ve karakterizasyonu, dört basamakta olmaktadır:

1. Ebeveyn ürünlerden gelebilecek olası tehlikelerin karakterizasyonu.
2. Transformasyon prosesinin ve aktarılan rekombinant DNA'nın karakterizasyonu.
3. Yeni proteinlerin (potansiyel toksisite ve alerjenisiteleri) ve metabolitlerin karakterizasyonu.
4. Genetik modifiye ürünlerde kompozisyonel değişikliklerle sonuçlanan bitki metabolizmasındaki değişiklikleri içeren, hedeflenen veya

beklenmedik değişikliklerin tanımlanması ve toksikolojik, alerjenik veya besinsel etkilerin değerlendirilmesi [7, 17].

Son zamanlarda, gıdaların genetik modifiye ürünler tarafından kontamine olmamasının takibi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Bu amaçla, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point; Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi) ve FMEA (Failure Mode and Effects Analysis; Hata Modu ve Etkileri Analizi)'den yararlanılmaktadır. Bu amaçla, şekerleme ve unlu mamüllerin, tüm hammaddeleri, içindeki bileşenleri ve bu bileşenlerin alt bileşenleri ele alınarak, bunların asıl kaynaklarının neler olduğundan yola çıkılmak suretiyle genetik modifikasyonlara sahip olup olmadıkları araştırılmaktadır. Scipioni ve ark. [18] bu hammadde ve bileşenlerini, yapılarında genetik modifiye ürün barındırma olasılıklarını dikkate alarak “önemli” ve “önemsiz” olarak sınıflandırmışlardır (Tablo 2). Reçel, krema ve vanilya aromaları, risk sınıfında “önemli” kategorisine dahil edilmişlerdir.



**Tablo 2.** Hammaddelere ait Risk Analizleri [18]

Bileşenler	Alt Bileşenler	Risk Değerlendirmesi	Risk
Vanilya aroması	Alkol hidrat, vanilya kabuğu, vanilin	Alkol hidrat genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Satış yerinde inceleme yapılmalıdır.	Önemli
Diğer aromalar	Polipropilenglikol, doğala özdeş aromalar	Bu aromaların bileşimlerinde mısır, soya fasulyesi veya bunların türevlerini yapılarında barındırmadıkları deklare edilmektedir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Ortamda bulunan malto-dekstrin tozunun (katı formdaki aromaların üretiminde kullanılmaktadır) bulunması sonucu ürün içine karışabilir. Normal aroma üretim prosedürleri içinde bu kontaminasyon önemsiz kabul edilmektedir, ancak farklı üretimlerden gelebilecek çapraz kontaminasyona dikkat edilmesinin gerekliliği bulunmaktadır.	Önemsiz
Katı Yağ		Bu ürün soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir, ancak türevleri incelenmelidir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz
Toz Kakao		Bu ürün soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir, ancak türevleri incelenmelidir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Üreticiler proses sırasında soya fasulyesi veya mısır türevlerini kullanmadıkları sürece önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz
Kayısı reçeli	Şeker, kayısı püresi, glikoz şurubu, jel ajanı: pektin, asitlik ayarlayıcı: sitrik asit, aromalar, kalıntı olarak kükürt dioksit	<i>Glikoz Şurubu:</i> Genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Pektin:</i> Glikoz ile dengelenmiş olabileceğinden genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Aromalar:</i> Dekstrinler gibi katı formda iseler, genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilirler. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Yarı bitmiş ürünün hazırlanması sırasında, mısır veya soya türevleri ile olası kontaminasyon olabilir.	Önemli
Tuz		Bu ürün, soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Mısır veya soya fasulyesinden türetilmiş hammaddelerin ortamda daha önce kullanılması sonucu oluşabilir. Önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz
Şeker		Ürün, şeker kamışından elde edilmektedir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Mısır veya soya fasulyesinden türetilmiş hammaddelerin ortamda daha önce kullanılması sonucu bulaşma olabilir. Önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz
Patates unu	Ürün, patatesten elde edilmiştir.	<i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Mısır nişastası üretim prosesinden sonra olası bir kontaminasyon olabilir.	Önemsiz
Yağsız süt tozu		Bu ürün, soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir, ancak türevleri incelenmelidir.	Önemsiz
Pastörize yumurta miksi		Bu ürün, soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir, ancak türevleri incelenmelidir.	Önemsiz
Mono ve digliseridler		Bu ürün, soya fasulyesi veya mısırdan elde edilmemektedir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Mısır veya soya fasulyesinden türetilmiş hammaddelerin ortamda daha önce kullanılması sonucu oluşabilir. Önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz
Bileşenler	Alt Bileşenler	Risk Değerlendirmesi	Risk
Vişne reçeli	Şeker, vişne püresi, glikoz şurubu, jel ajanı: pektin, asitlik ayarlayıcı: sitrik asit, aromalar, kalıntı olarak kükürt dioksit, E 124 ve karamel (renk ajanı olarak)	<i>Glikoz Şurubu:</i> Genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Pektin:</i> Glikoz ile dengelenmiş olabileceğinden genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Aromalar:</i> Dekstrinler gibi katı formda iseler, genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilirler. <i>Karamel:</i> Dekstrinler gibi katı formdaysalar genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilirler. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Yarı bitmiş ürünün hazırlanması sırasında mısır veya soya türevleri ile olası kontaminasyon olabilir.	Önemli
Cipslerde kullanılanlar	Şeker, bitkisel yağlı fıstık pulpu, yağ oranı azaltılmış kakao	<i>Soya lesitini</i> genetik modifiye soya fasulyesinden elde edilmiş olabilir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Yarı bitmiş ürünün hazırlanması sırasında, mısır veya soya türevleri ile olası kontaminasyon olabilir.	Önemli

n kakao ve mısır kremaları	tozu, yağsız süt tozu, emülsifiye soya lesitini, vanilin		
Çikolata kreması (Dolgu için)	Şeker, glikoz şurubu, demineralize su, bitkisel yağlar, yağ oranı azaltılmış kakao tozu, yağsız süt tozu, alkol, çikolata, aromalar	<i>Glikoz Şurubu:</i> Genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. <i>Alkol hidrat</i> genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilir. Kakao olduğu gibi ilave edilmez, kakao tozu, kakao yağı ve şeker gibi basit bileşenlerden elde edilmiş çikolata kullanılır. Bu ürün içerisinde soya lesitini bulunmaz. <i>Aromalar:</i> Malto-dekstrinler gibi katı formda iseler, genetik olarak modifiye edilmiş mısırdan elde edilmiş olabilirler. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Yarı bitmiş ürünün hazırlanması sırasında mısır veya soya türevleri ile olası kontaminasyon olabilir.	Önemli
Un		Ürün, buğdaydan elde edilmiştir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Ürünün yüklenmesi veya işlenmesi sırasında buğdayla birlikte soya fasulyesi ve mısırın karışması sonucu oluşabilir. Çalışma alanının, bu olasılığa karşı korunması gereklidir.	Önemsiz
Hindistan cevizi yağı		Ürün, hindistan cevizi palmyesi tohumlarından elde edilmiştir. <i>Kaza sonucu kontaminasyon:</i> Mısır veya soya fasulyesinden türetilmiş hammaddelerin ortamda daha önce kullanılması sonucu oluşabilir. Önemsiz kabul edilmektedir.	Önemsiz

## 10. SONUÇ

Genetik modifiye gıdaların tespit edilmesi için gerekli analizlerin yapılması, gıdanın toksik ve alerjik madde içerip içermediği ve besin ögesi içeriği açısından genetik modifiye olmayan gıdalara eşdeğer olup olmadığı ve insan sağlığı açısından risk teşkil edip etmediğinin araştırılması oldukça önemlidir. Üretimi giderek artmakta olan bu gıdalar için bu araştırmaların gerekliliği yadsınamaz durumdadır. Ülkemizde de yakında marketlerde görebileceğimiz bu gıdalar için gerekli çalışmaların ve risk analizleri için gerekli grupların oluşturulmaya başlanması oldukça önem teşkil etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, “Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar ve Biyogüvenlik”, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 1-18 (2003).
- Anonim, “Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops”, International Service for the Acquisition of Agribiotech Applications, www.isaaa.org, (20.06.2004).
- Anonim, “Food Safety and Genetically Modified Foods”, Biotech Knowledge Center, www.biotechknowledge.com, (06.06.2005).
- Anonim, “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun - Yayımlandığı R.Gazete : Tarih : 5/6/2004 Sayı :25483”, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, www.tarim.gov.tr, (04.07.2005).
- Deisingh, A.K. and Badrie, N., “Detection Approaches for Genetically Modified Organisms in Foods”, Food Research International, 38: 639-649 (2005).
- Emiroğlu, Ü., Gürel, A., “Bitki Islahında Doku Kültürü Tekniklerinin Kullanımı”, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Kursu I.Dönem, Ege Üniversitesi, Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bornova, İzmir, (2005)
- König, A., Cockburn, A., Crevel, R. W. R., Debruyne, E., Grafstroem, R., Hammerling, U., Kimber, I., Knudsen, I., Kuiper, H.A., Peijnenburg, A. A. C. M., Penninks, A. H., Poulsen, M., schauzu, M. and Wal, J. M., “Assessment of the Safety of Foods Derived from Genetically Modified (GM) Crops”, Food and Chemical Toxicology, 42: 1047-1088 (2004).
- Kuiper, H.A. and Kleter, G.A., “The Scientific Basis for Risk Assessment and Regulation of Genetically Modified Foods”, Trends in Food Science and technology, 14: 277-293 (2003).
- Kuiper, H., Kok, E. J. and Engel, K. H., “Exploitation of Molecular Profiling

- Techniques for GM Food Safety Assessment”, *Current Opinion in Biotechnology*, 14: 238-243 (2003).
10. Miraglia, M., Berdal, K.G., Brera, C., Corbisier, P., Holst-Jensen, A., Kok, E.J., Marvin, H.J.P., Schimmel, H., Rentsch, J., Van Rie, J.P.P.F. and Zagon, J., “Detection and Traceability of Genetically Modified Organisms, in the Food Production Chain”, *Food and Chemical Toxicology*, 42: 1157-1180 (2004).
  11. Morris, S., “Questions on the Regulations of GMOs in the EU Source”, *European Union MEMO*, Brussels (2001).
  12. Mc Hughen, A., “Terminator Technology”, A Consumer’s guide to GM food from green genes to red herrings, Oxford University Press Inc., New York, 192-193 (2000).
  13. Nicholl, D. S. T., “Transgenic Plants. *An Introduction to Genetic Engineering*”, Cambridge University Press, Britain (1994).
  14. Novak, W. K. and Haslberger, A. G., “Substantial Equivalence of Antinutrients and Inherent Plant Toxins in Genetically Modified Novel Foods”, *Food and Chemical Toxicology*, 38, 473-483 (2000).
  15. Özertan, G. ve Bölek, Y., “Teknoloji Koruma Sistemi (Terminatör Teknolojisi)”, *Bitki Biyoteknolojisi II (Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları)*, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 421-437 (2001).
  16. Pöpping, B., “Methods for the Detection of Genetically Modified Organisms: Precision, Pitfalls, and Proficiency”, *International Laboratory*, 31(4): 23-29 (2001).
  17. Schilter, B. and Constable, A., “Regulatory Control of Genetically Modified (GM) Foods: Likely Developments”, *Toxicology Letters*, 127, 341-349 (2002).
  18. Scipioni, A., Saccarola, G., Arena, F. and Alberto, S., “Strategies to Assure the Absence of GMO in Food Products Application Process in a Confectionery Firm”, *Food Control*, 16(7): 569-578 (2005).
  19. Sutton, J., “Terminator Technology”, Department of Soil and Crop Sciences at Colorado State University, USA, [www.colostate.edu](http://www.colostate.edu) (02.02.2004).
  20. Visser, B., Meer I. M., Louwaars, N, Beekwilder, J. and Eaton, D., “The Impact of Terminator Technology”, *Biotechnology and Development Monitor*, 48: 9-12 (2001).

