

# GENETİĞİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ GIDALAR

## GENETICALLY MODIFIED FOODS

Sedat VELİOĞLU

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANKARA

**ÖZET:** Bu makalede gelişmiş ülkelerde üzerinde çok durulan, ancak ülkemizde önemi henüz yeterince anlaşılmamış olan genetiği dönüştürülmüş gıdalar konusu olumlu ve olumsuz yönleriyle geniş bir şekilde irdelenmiştir.

**ABSTRACT:** Genetically modified foods (GMF) raise many issues and being discussed in a serious manner in developed countries. The importance of topic has not been adequately understood in Turkey. This article therefore paints a broad picture of GMF and provides a lead to sources of information.

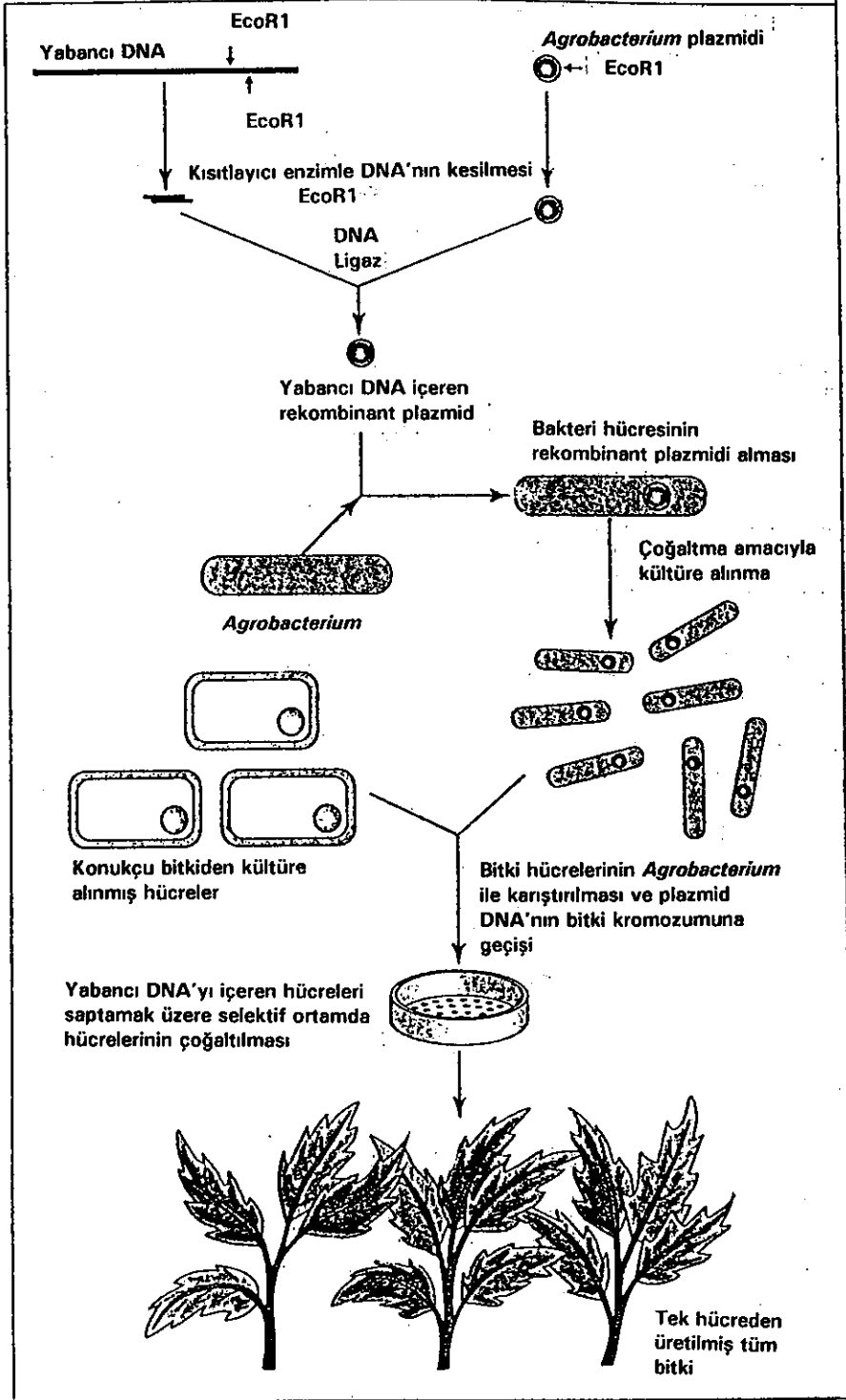
### GİRİŞ

Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde genetiği dönüştürülmüş-veya değiştirilmiş- (GD) (genetically modified) mikroorganizmalar ve bitkiler üzerine daha fazla durulmaktadır. Bu konuda kamuoyu ikiye ayrılmış durumdadır. Bazı bilim adamları genetik değişimin yapılmasını desteklerken, diğerleri buna şiddetle karşı çıkmaktadır. Ülkemizde ise konu henüz çok yenidir ve konu hakkında bilgi sahibi olan kişilerin sayısı uzmanlarla sınırlıdır. Kamuoyunun konu hakkında bilgi sahibi olduğunu söyleyebilmek bugün için olanaksızdır. Ancak özellikle son aylarda günlük gazetelerde konuya değinen bazı yayınlara rastlanmaktadır. (ANON 1999 a, b; BENMAYOR, 1999 ULUENGİN (1999), bir makalesinde ABD'nin Seattle kentinde yapılan ve büyük protestolara neden olan Dünya Ticaret Örgütü toplantısında (Kasım 1999) üzerinde en çok konuşulan konulardan birinin GD organizmalar olduğundan söz etmektedir. Bu makalede çok güncel olan bu konu değişik yönleriyle irdelenmiştir.

### 2. Genetik dönüştürme, nasıl yapılır?

Bütün canlıların genleri aynı maddeden (DNA'dan) yapılmış olduğu için genetik modifikasyon mümkün olmaktadır. Bu, iki farklı organizmadan gelen DNA'nın kesilip birbiriyle birleştirilebilecekleri anlamına gelmektedir. Kısıtlayıcı enzimler DNA'yı istenilen noktadan kesmekte ve "yapışkan uçlar" olarak adlandırılan uçlar açığa çıkmaktadır. Bu uçlar farklı organizmadan elde olunan uçlarla karşılıklı geldiğinde DNA ligaz enziminin yardımıyla yeniden DNA'yı oluşturmaktadır (Şekil 1). Hazırlanan bu yeni gen uygun bir bakterinin plazmid olarak adlandırılan DNA parçacığına aktarılmaktadır. Bu geni içeren bakteri, kültüre alınarak çoğaltılmakla ve istendiğinde endüstriyel üretimde (örneğin kimoziin üretimine) kullanılmaktadır. Kültüre alma işlemi sırasında bakteri ve dolayısıyla aktarılan geni içeren plazmid çoğalmaktadır. Bitki veya hayvanların modifiye edilmesinde ise istenen gen aktarılmış plazmid, bakteriden ekstrakte edilmekte ve aktarılmış gen kısıtlayıcı enzim ile kesilip çıkarılmaktadır. Bu gen tekrar bitki veya hayvan hücrelerine aktarılmaktadır. Hayvanlarda bu işlem, milyonlarca sayıdaki genin döllenmiş bir yumurtanın çekirdeğine enjekte edilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Enjekte edilen genin yaklaşık % 1'i zigotun kromozomuna geçmekte ve daha sonra hücrenin bölünerek çoğalması sırasında embriyoda her bir hücreye geçmektedir.

Bitkilerde ise genin hücreye aktarılması için birkaç yöntem vardır. En genel yöntem, doğal bir bitki patojeni olan Agrobacterium adlı bakterinin plazmidine yeni genin bağlanmasıdır. Bitki hücreleri bakteri tarafından enfekte edildiğinde bakterinin plazmidini bitki hücrelerine geçmekte ve DNA 'sı konukçu hücre ile entegre olmaktadır. Bu hücreler kültüre alınarak çoğalmakta ve bir callus (farklılaşmamış bitki hücreleri) oluşturmaktadır. Callus uygun bir ortamda kök ve sürgün oluşturarak bir bitkiye dönüşmektedir. Bu bitkinin her bir hücresi başlangıçtaki tek hücreden oluştuğu için aktarılan geni ve dolayısıyla bu genin taşıdığı özellikleri içermektedir.



Şekil 1. bakteriyel vektör kullanılarak genetiği dönüştürülmüş bitki üretimi

GD'de daha basit bir teknikle ise seçilmiş özel bir gen kapatılır (iptal edilir) veya sessiz hale getirilir, yani, bu gen etkisini gösteremez. Örneğin domatestte yumuşamaya neden olan enzimi oluşturan genin çalışması önlenir. İşlem yukarıda sözü edildiği şekilde, ancak genin aktarılması yerine iptal edilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. (RAWN, 1989; JONES, 1996a, 1999b).

Biolistiks olarak adlandırılan ve yeni geliştirilen bir teknikle ise aktarılmak istenen gen parçası çok küçük (yaklaşık 1 µm çapta ) bir altın veya tungsten parçası üzerine kaplanmakta ve bu parça basınçlı gaz sistemlerinin yardımı ile hedef alınan bitki hücresine verilmektedir. Burada yeni DNA ile bitkinin DNA'sı entegre olmaktadır (MORELL, 1999).

### 3. Genetik Dönüştürmenin Yararları Nelerdir?

Genetik dönüştürmenin yararları 2.1.1., 2.1.2. ve 2.1.3. no'lu başlıklar altında irdelenmiştir. (DURANT, 1997; ROOKER, 1998 a, b; ANON, 1997 c).

#### 3.1. Bitkilerde sağlanan yararlar:

##### 3.1.1. Ürün kaybının azaltılması:

###### Hastalık ve böceklerle dayanıklılık

Bu konuda günümüzde sağlanmış bazı değişimler bir liste halinde aşağıda verilmiştir.

- Patates böceğine (Colorado beette) dayanıklı patates
- Salatalık, marul, domates, biber ve bahçe bitkilerinde zararlı olan "hıyar mozaik virüsüne" dayanıklılık.
- Meyve ağaçları ve çiçeklerde zararlı olan elma iç kurdu (codling moth) ve bağ maymuncuklarına (vine weevil) dayanıklılık.
- Böcek saldırılarına dayanıklı elma, patates, mısır, pamuk, pirinç ve domates bitkileri
- Halkalı leke virusuna (ringspot) dayanıklı papaya meyvesi çeşidi
- Fungal saldırılara ve bakteriyel hastalıklara dayanıklı bitkiler
- Tüylü benek virusuna (feathery mottle virus) dayanıklı bitkiler (bu hastalık Afrika'nın tatlı patates ürününün zaman zaman 2/3'ünü yok etmektedir).

###### Hastalık teşhisi

Özellikle erken dönemlerde bitki hastalıklarını teşhis etmek zordur. Biyoteknoloji kullanılarak hazırlanan teşhis kitleri ile hastalıklar erken dönemlerde teşhis edilebilmekte ve mutlak gerekli olan durumlarda ilaçlama yapılması yoluna gidilmektedir.

###### Yabancı ot kontrolü

Yabancı otlar ürün veriminde ciddi azalmalara yol açmaktadırlar. Örneğin metrekarede sadece 4 yabancı ot bulunması şekerpancarında verimi % 10 azaltmaktadır. Yabancı otların ilaçla (herbisitlerle) öldürülmesi sonucu ilaçlama sonucunda yabancı ot ölürken bitkiye herhangi bir şey olmamaktadır. Dolayısıyla çevreye zararlı herbisit kullanımı azalmakta, dolayısıyla üretimde daha az zararlı herbisit kullanılmakta, enerji ve ilaç uygulama maliyetleri düşmektedir. Herbisitlere dayanıklı pamuk, mısır ve kolza, herbisitlere ve böceklerle dayanıklı pamuk halen geliştirilmiş durumdadır.

##### 3.1.2. Geliştirilmiş Besleyici Değer

###### Yüksek proteinli gıdalar

Dünyanın pek çok ülkesinde hala yetersiz protein tüketimi sorunu vardır. Biyoteknoloji ile yüksek proteinli gıda üretilebilecektir. Örneğin bezelyeden bazı genlerin transfer edilmesi ile pirinçteki protein miktarı artacaktır.

###### Yağın kimyasal yapısının modifikasyonu

Mısır, soya, kanola, vd. yağ bitkilerinin yağ yapısı değiştirilebilir. Örneğin yüksek düzeyde laurik asit içeren kolza geliştirilmiştir. Yapısı değiştirilmiş ve daha yüksek miktarda nişasta içeren patates varyetelerinin geliştirilmesi sonucu bu patatesler kızartma sırasında daha az yağ absorbe edecektir ve dolayısıyla daha az yağlı cips ve kızarmış patates elde edilebilecektir.

### **Yüksek vitaminli meyve ve sebzeler**

Bazı meyve ve sebzeler daha yüksek düzeylerde C ve E vitamini içerecek şekilde modifiye edilebilirler. Bu durumda bazı hastalıklara (bazı kanser türleri ve kalp hastalıkları) karşı korunma sağlanacaktır. Ayrıca yüksek şeker içeriği nedeniyle lezzeti daha iyi olan çilek varyeteleri geliştirilecektir.

### **Daha dayanıklı meyve ve sebzeler**

Genetik modifikasyonla meyve ve sebzelerin yumuşama olayı yavaşlatılacaktır. Bu tip domatesler (Flavr Savr) ABD'de ve İngiltere'de satılmaktadır. Yavaş yumuşayan elma, ahududu ve kavunlar üretilmiştir ve bu özellik muhtemelen muz, ananas, tatlı biber, şeftali, nektarin, mango ve çileklerde de uygulanabilecektir.

### **Diğer**

Doğada yok olabilen (biodegradable) plastikler tarla bitkilerinden elde edilecektir. Doğal olarak renkli pamuk bitkisi üretilerek boya kullanımına gerek kalmayacaktır.

### **3.1.3. Gelecekte Olması Muhtemel Gelişmeler**

#### **Kurağa dayanıklılık**

Kurağa dayanıklılık bitki yetiştirme sezonunu uzatmakta ve yetiştirme yapılabilecek alanların sayısını arttırmaktadır. Yeterli miktar ve kalitede su sadece kurak ülkelerin değil, tüm ülkelerin sorunudur.

#### **Azot fiksasyonu**

Bitki gelişimi için azot şarttır. Bezelye, fasulye gibi bitkilerin köklerindeki nodüllerde bulunan bazı bakteriler havanın azotunu bitkinin kullanabileceği bir forma dönüştürmektedir. Bu bakterilerin tahılların köklerinde de aynı fonksiyonu göstermesi için çalışmalar yapılmaktadır. Böylece çok daha ucuz ve çevre dostu gübreleme gündeme gelecektir.

#### **Dona dayanıklılık**

Don, pek çok bitkide zararlı olmaktadır. Dona dayanıklı bitki geliştirme konusunda çalışmalar devam etmektedir. Aşırı soğuklara dayanıklı balıkların genlerinin bitkilere transferi üzerinde durulmaktadır. Ancak hayvan genlerinin bitkilere aktarılması konusu henüz tartışma aşamasındadır. Bu konuda henüz kamuoyu hazır değildir.

GD yolu ile günümüzde sağlanmış bazı gelişmeler aşağıda özetlenmiştir. (DURANT, 1997; ROOKER, 1998 a, b; ANON, 1997 c).

<b>ÜRÜN</b>	<b>YARAR</b>
Mısır	böceklerle dayanıklılık, herbisit toleransı
Patates	böceklerle dayanıklılık, viruslara dayanıklılık, yüksek nişasta içeriği
Soya	herbist toleransı, viruslara dayanıklılık
Kanola	modifiye yağ kompozisyonu, herbisit toleransı,
Lahana	böceklerle dayanıklılık
Ahududu	yavaş olgunlaşma
Kavun	yavaş olgunlaşma
Buğday	herbist toleransı, modifiye nişasta tipleri
Salatalık sebzeler	böceklerle dayanıklılık, uzun raf ömrü
Elma	hastalıklara dayanıklılık, yavaş olgunlaşma
Değişik bitkiler	bal üretimi

### 3.2. Mikroorganizmalarda Sağlanan Yararlar

Küf ve mayalar gibi mikroorganizmalar çağlar boyunca değişik yiyecek- içeceklerin üretiminde kullanılmıştır. Örneğin bazı peynir çeşitlerinde (Stilton, Gorgonzola) mavi damarlar oluşturulabilir. Peynir üretiminde kullanılan chymosin enzimi buzağı rennetinden elde edilmektedir. Oysa bu enzimin oluşumunda rol oynayan enzim tanımlanmış ve maya hücresine aktarılmıştır.

### 3.3. Çiftlik Hayvanlarında Sağlanan Yararlar

Hayvancılık alanında genetik modifikasyon konusundaki gelişmeler henüz çok sınırlıdır. Bu konuda çok farklı düşünceler söz konusudur. Bu konudaki bazı gelişmeler insanların yanı sıra hayvanlar için de yararlı sonuçlar vermektedir. Bunlara şu örnekler verilebilir.

**Aşılar:** Sığır, domuz ve kümes hayvanları için değişik aşılar geliştirilmiştir.

**Hastalık tanısı:** Hasta hayvanlardan alınan kan, idrar gibi örneklerin analizi çoğu kez birkaç gün almaktadır. Biyoteknoloji sayesinde geliştirilen test kitleleri ile bu işlem birkaç dakikada tamamlanacaktır.

**Azaltılmış stres:** Bazı domuzlarda domuz stres sendromu (PSS) adı verilen bir hastalık söz konusudur. Bu hastalık hayvanda stres oluşturmakta ve et kalitesini etkilemektedir. Bu hastalığı taşıyan ırklar bir DNA testi ile saptanabilmektedir. Gene bu sendrom özel bir genetik mutasyonla elemine edilebilmektedir.

### Gelecekteki muhtemel gelişmeler

Et, süt ve yün kalitesi iyileştirilecek, hastalıklara dayanıklılık arttırılacaktır. Hayvanlardan alınan verim artacaktır. Hızlı gelişen somon balığı üretilmiş durumdadır. Genetik mühendislik kullanılarak üretilen meyve, sebze vd. bitkilerden antijen ve antibody üretilmesi, yani bir başka deyişle yenilebilir aşılar üretilmesi üzerinde durulmaktadır. Örneğin transgenik patates kullanılarak E. coli enfeksiyonuna karşı aşılanma, rekombinant tütün mozaik virüsünün yüzeyinden sıtma antijen tanımlayıcılarının alınması, transgenik tütün bitkisinde slgA (s Immunoglobulin A) sentezlenmesi gibi konular gündemdedir (BRANDT, 1998).

## 4. Genetik Değişim Konusundaki Görüşler

Bu makalenin giriş bölümünde kamuoyunun genetik değişim konusunda ikiye ayrıldığından söz edilmişti. Konuya olumlu bakan kesimi daha çok bu konu üzerinde araştırmalar yapan ve bu amaçla büyük paralar harcayan çoğu uluslararası firmalar oluştururken başta Greenpeace olmak üzere pek çok sivil toplum örgütü genetik değişime karşı çıkmaktadırlar (ANON, 1997 b; ANON, 1998 a).

### 4.1. Olumlu görüşler

#### Güvenli mi?

Genetik modifikasyona karşı olanlar konu hakkında detaylı bilgiye sahip olmadığımızı, genlerle oynamanın gelecek kuşaklarda bu günden görülmeyen problemlerin ortaya çıkabileceğini söylemektedirler. Genetik modifikasyon konusunda çok ciddi kontrol çalışmaları vardır ve modifiye ürün kendisinin hazırlandığı orijinal ürün ile farklılıklar açısından çok ciddi şekilde karşılaştırılmaktadır. Ayrıca, sadece çok sınırlı sayıda ve çok özel genler tanımlanmakta ve kopyalanmaktadır. Teknoloji çok hassastır ve kötü bir durum saptandığında firmalar bunu çoğu zaman kendileri saptayıp uygulamadan kaldırmaktadırlar. Örneğin soya bitkisinin amino asit yapısını iyileştirmek için Brezilya fıstığından aktarılan bir gen sonucu fıstığa allerjisi olan kişilerde soyaya da allerjik reaksiyon gösterme sonucunu ortaya çıkarmıştır ve denemeler hemen durdurulmuştur.

#### Yasal durum nedir?

İngiltere'de gıda güvenlik yasası tüm gıdaların tüketime uygun olmasını, yani sağlığa zararsız, kontamine olmamış olmasını gerektirmektedir. Gıdalar bazılarında tüketici temsilcileri de bulunan bağımsız kuruluşlarca ayrıca denetlenmektedir. Bunlar arasında:

- Yeni gıdalar ve prosesler tavsiye komitesi (ACNEP)
- Gıdalarda, diğer tüketim maddelerinde ve çevrede bulunan kimyasal maddelerin toksisitesi komitesi (COT)
- Gıda tavsiye komitesi (FAC)

Bu komitelerin yıllık raporları konunun hangi düzeyde denetlendiği ile ilgilenenler için bir başlangıç noktası olabilir. Avrupa düzeyinde ise: "Novel Food Regulation on Novel Foods and Food Ingredients" 4-5 yıllık tartışmalardan sonra kabul edilmiş ve Mayıs 1997'de yürürlüğe girmiştir.

### **GD zorunlu mu?**

2000 yılındaki dünya buğday, mısır, pirinç arpa vd. tahılların tüketimi 2 milyar ton olacaktır. Geçtiğimiz 50 yılda dünya nüfusu 2 katına çıkmıştır ve önümüzdeki 50 yılda tekrar ikiye katlanacaktır. 2040 yılında yer yüzünde 10 milyar kişi olacaktır. Bilinen tarım teknikleriyle bu nüfusu beslemek olanaksızdır. Öyleyse GD gibi yeni tekniklere gereksinim vardır.

### **Etiketleme:**

Yukarıda sözü edilen yasal düzenleme içerisinde biyoteknoloji kullanılarak elde edilen gıdaların etkileneceği de vardır. Ayrıca bu tip gıdaların üreticileri de gönüllü olarak bazı düzenlemeler getirmişlerdir. Bu gelişmelerin ışığında eğer bir gıda kendisinin geleneksel eş değerine artık eşit değilse bu olgu etikette belirtilmektedir. Burada söz konusu olan durumlar şunlardır:

- Gıda veya gıdanın ingrediyanı kendisinin eşdeğerine göre bileşen veya besleyici değer veya kullanım amacı açısından farklılık gösteriyorsa,
- Toplumun bazı kesimleri için olumsuz bir durum yaratıyorsa (örn. gıda allerjisi olanlarda),
- Etik bazı şüpheler varsa,
- GD herhangi bir organizma gıdanın bileşiminde yer alıyorsa

### **Pratik Şüpheler**

GD gıdaların belirtilmesinde yukarıda sayılan koşulların göz önünde bulundurulmasına rağmen tüketiciler gene de şüphe duymaktadırlar. Bu tip ürünler uluslararası marketlerde satılmaktadır ve bazı tüketiciler bunların ayrı gruplandırılarak satılmasını istemektedirler. Bu durum pratik değildir çünkü üretimin ve dağıtımın her aşamasında ayrı işlem gerektirmektedir. Ayrıca çok az miktarda kullanılan bir ingrediyan hakkında detaylı bilgi verilmesinin gerekliliği de tartışmalıdır. Tüketiciler merak ettikleri konularda her zaman üreticileri telefonlar arayabilirler ve çoğu mağazada da bu tip ürünler hakkında bilgi sunma broşürleri mevcuttur.

### **Çevre Konusundaki Şüpheler**

Bu konuda üzerinde en çok durulan husus, kopyalanan genin istenen türün dışında başka bir bitki türüne geçmesi (bulaşması) dir. Örneğin herbisite dayanıklı bir ürün, yabancı otla çapraz tozlanabilir ve herbisite dayanıklı bir süper yabancı ot oluşabilir. Gene bitkier herbisite nasıl olsa dayanıklı düşüncesiyle daha fazla herbisit kullanımı ve dolayısıyla daha fazla çevre kirliliği sorunu ortaya çıkabilir. Bu konuda biyoteknologlar yukarıda sayılan bu olasılıklara karşı ciddi önlemler almış durumdadırlar ve GD bitkiler demek daha az herbisit kullanmak demektir.

## **4.2. Olumsuz Görüşler**

### **Şu anda durum nedir?**

ABD marketlerinde GD domates, kabak, maya, mısır, patates ve soya halen mevcuttur. Bu ürünler halen pek çok işlenmiş ürünün üretimde kullanılmaktadır (Örneğin ekmek, makarna, şekerleme, dondurma, pay, bisküvi, margarin, et ürünleri ve vejeteryan et eşdeğerleri). GD organizmalar ayrıca peynir ve kanola yağında kullanılır. Bu örnekler sadece başlangıçtır ve yakında belki de doğal hiç bir gıda bulamayacağımız anlamındadır. Gıda endüstrisi ve otorite şu anda kararsız görünmektedir, çünkü bu ürünlerin geleneksel ürünlerden farksız olduğunu düşünmektedirler ve dolayısıyla herhangi bir tehlikenin varlığını kabul etmemektedirler. Bu düşünce yanlıştır, çünkü biyoteknologların yaptığı değişimler doğada asla olmamaktadır ve şu anda bile bazı

yan etkiler görülmüştür. Şu anki yasal düzenlemeler sadece bazı gıdalar için minimal testleri zorunlu kılmaktadır. Ayrıca da bu gıdaların tüketiminin uzun vadede nasıl sonuç vereceği bilinmemektedir. Çoğu GD gıda etikette belirtilmemektedir. Şu anda pek çok üretici, GD gıdaları tüketiciyi bilgilendirmeksizin katkı olarak kullanılmaktadır. (DANNECKER, 1998).

### **Potansiyel tehlikeler nelerdir?**

Toplum nükleer kirlenme, küresel ısınma, pestisitlerin ve herbisitlerin toksik etkileri gibi konularda giderek daha fazla duyarlılık göstermektedir. İlaçların bile kullanımından yan etkilerinin fazlalığı nedeniyle kimi zaman vazgeçilmektedir. Hemen her zaman tehlikenin açığa çıkması ve bunun önleminin alınması için zaman geçmektedir.

Genetik mühendislik bugüne kadar bilinen en büyük tehlikeleri yaratabilecek bir uğraşı alanıdır. Çünkü zararlı etkilerin pek çoğu geri dönüşümsüzdür ve bu nedenle tehlike ortaya çıkmadan engellenmelidir. Bu engelleme yalnız bizim için değil, gelecek kuşaklar için de önemlidir. Çünkü gelecekte ne olacağını bu günden bilmemiz olanaksızdır. GD'ün oluşturulabileceği başlıca değişimler şu şekilde sıralanabilmektedir (ANON 1999 c):

- Gıdalarda yeni toksinler ve allerjenler oluşumu.
- Doğal olmayan gıdaların insan sağlığına diğer zarar verici etkilerinin oluşumu. (Örneğin pektin oluşturucu gen aktarılan patateslerin bağışıklık sistemine olumsuz etkisinin olduğu bildirilmiştir). GD gıdalardan bakterilere antibiyotiklere dayanıklılık geninin geçişim yapabileceğinden şüphelenilmektedir (BERINGER, 1998)
- Artan miktarlarda kimyasal madde kullanımı ve dolayısıyla su ve gıda kaynaklarının kirlenmesi
- Herbisitlere dayantıklı yabancı otların oluşumu
- Tür bariyerlerinin aşılması nedeniyle hastalıkların yayılması
- Bitkilerde biyolojik çeşitliliğin azalması
- Ekolojik dengenin bozulması
- Teknik olarak değiştirilen karakterlerin ve kaçınılmaz yan etkilerin sonraki kuşaklara ve diğer türlere geçmesi.
- Su kaynaklarının kirlenmesi
- Aktarılan yeni genin yeni konukçuda (bitkide) farklı davranabilmesi
- Konukçunun genetik üstünlüklerinin kaybolabilmesi
- Yeni gen ile konukçu geni arasında tahmin edilemeyen etkileşmelerin olabilmesi

### **Allerji:**

GD gıdaların vücutta allerji oluşturması üzerinde çok durulmaktadır. Bu nedenle konu üzerinde biraz daha fazla detaya inilmesinin yararlı olacağı düşüncesiyle burada bazı ek bilgi verilmiştir:

Yerfıstığı, brezilya fıstığı (brezilian nut) gibi bazı fıstıklarda bulunan proteinler kimi insanlarda allerjilere neden olmakta, bazı buğdaylarda bulunan proteinler coeliac hastalığına yol açmaktadır. Gene patates glu-koalkaloidleri, barbunya lektini, soya tripsin inhibitörü, aflatoksin gibi toksik bileşikler insan sağlığına ciddi zararlar vermektedir. Örneğin brezilya fıstığında bulunan ve yüksek metionin miktarını tanımlayan gen soyaya aktarıldığında aynı fıstıkta olduğu gibi soya allerjik reaksiyon oluşturmuştur (TAYLOR, 1997). Bilim adamları bu toksik bileşikleri elemine etmeye çalışmaktadırlar. Ancak bu konudaki çalışmalar henüz çok erken aşamadır (JONES, 1996 b).

Bilindiği gibi allerji oluşturan (allergen) maddeler proteinlerdir ve bunların etkileri moleküler boyutu, mideden geçiş sürecindeki stabilitesi ve glikozillenme derecesi ile ilgilidir. Eğer protein 10 kDa'dan daha büyük ve pepsin tarafından hızla hidrolize ediliyorsa veya proses sırasında inaktive ediliyorsa ve bilinen allerjik tanımlayıcılarla benzeş göstermiyorsa bu proteinin immunojenik potansiyelinin zayıf olduğu düşünülebilir (JANY, 1997). GD ile aktarılan yeni protein allerjik olabilir ve bu allerjinin düzeyi de hafif veya şiddetli olabilir. Kan serumunda bulunan Immunoglobulin E (IgE) ile yeni proteinin reaksiyona girmesi allerji oluşturur.

Bazı proteinlerin midedeki sindirimindeki stabilitesi bir model sistemde incelenmiştir. İncelenen proteinlerden soya beta- konglisinin'i 60 dakika süre ile stabil iken allerjik olmayan bir protein olan ispanak proteini 15 saniyede sindirilmiştir. Ulaşılan bu bulgulara göre bir proteinin allerjik olabilmesi için herşeyden önce barsak mukozasına kadar stabil olarak ulaşması gerekmektedir (ASTWOOD et al., 1996).

### **Ne yapılmalı?**

- Genetik mühendislik kullanılarak üretilen tüm gıdalar herkes için güvenli oldukları gösterilinceye kadar yasaklanmalıdır. Örneğin DDT, thallomid gibi ilaçlara izin verilmesine karşın bunların daha sonra çok tehlikeli olduğu ortaya çıkmış ve bunun üzerine yasaklanmışlardır. Fakat dünya üzerinde bunların yasa dışı kullanımı hala söz konusudur. Örneğin bowine growth hormone (r6GH) yasak olmasına karşın pek çok yerde kullanılmaktadır. Ayrıca bilerek veya kazayla GD organizmalarının doğaya geçme olasılığı vardır.

Tüm gıdaların etiketinde genetik mühendislik ile üretilen 1 tane ingrediye veya organizma veya enzim bile varsa bu belirtilmelidir. Detaylı etiketleme tüketicilerin neyi yiyeceklerine karar vermelerinde yardımcı olacaktır.

Bir gıdanın FDA güvenlik standardını aşabilmesi için;

- GD, bitkiye bir allerjen madde geçmesine neden olmamalıdır.
- Bitkinin doğal toksik bileşenlerinde herhangi bir artış olmamalı veya bir zararlı bileşik oluşmamalıdır. Gıdanın besleyici değerinde değişim olmamalıdır.

GD gıdalar konusunda şu anda elimizde mevcut bulunan iki önemli döküman vardır. Bunlar 90/220/EEC (ANON, 1990) ve 258/97 (ANON, 1997b) sayılı Avrupa Konseyi direktifleridir. Greenpeace örgütü bunları yeterli bulmamakta ve aşağıdaki şekilde bir düzenleme yapılmasını önermektedir:

1. Gıdaların üretiminde genetik mühendisliğinde herhangi bir şekilde yararlanılmışsa bu
  - A) "Genetik olarak manipüle edilmiştir"
  - B) "Genetik mühendisliği ile elde edilmiştir" şeklinde belirtilmelidir.

A koşulu şu durumlarda geçerli olmalıdır.

1. Gıda ürünü ve/veya bunun bileşenleri GDO içeriyorsa (90/220/EEC'de tanımlandığı gibi). Bu GDO'nun modifikasyonunun bugünkü teknik olanaklarla belirlenip belirlenmeyeceğine bakılmaksızın.
2. Gıda ürünleri GDO ile üretilmişse veya GDO'dan türemişse.
3. Gıdanın katkıları GD bitkilerle veya hayvanlarla üretilmişse veya bunlardan türemişse,
4. Gıda ürünleri GD hayvanlardan elde edilmişse veya hayvan GD yemlerle beslenmişse.
5. Şu koşullarda hayvan yemi genetik manipüle olarak etiketlenir.  
Yem veya yemin bazı bileşenleri GDO veya bunun parçalarını içeriyorsa,  
Yem veya yemin ana bileşenleri GDO veya bunun türevleriyle üretilmişse,
6. Hayvan yemi olarak üretilen hayvanlar GD yolu ile üretilmişse (Örn. balık yemi)

B koşulu ise şu durumlarda geçerlidir.

1. Proseste GDO veya bunu türevleri yardımcı oluyorsa,
2. Gıdanın katkılarının üretiminde GDO kullanılmışsa,

### **5. Tüketiciler ne düşünüyor ?**

EB ülkelerinde yapılan bir kamuoyu araştırmasında tüketicilerin biyoteknoloji kullanılarak üretilen gıdalar konusunda duyarlı olduklarını, buna karşın bu teknik kullanılarak üretilen ilaçlar konusunda daha geniş düşündüklerini göstermiştir. Bu tüketiciler güneş enerjisi, informatik gibi teknolojileri biyoteknolojiden daha önemli görmektedir. Benzer şekilde ABD'de yaşayan tüketiciler transgenik domates ve süt üretiminde rekombinant büyüme hormonu kullanımı konusunda kuşku duymaktadırlar. Bu kuşkunun çoğu kez bilgi eksikliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir (GOLUB, 1997). Bir başka araştırma, gıda pazarlayan kuruluşların genellikle biyoteknolojik konularda bilgili olduklarını, ancak gıda üreticilerinin konu hakkında yeterince bilgili olmadıklarını göstermiştir (ELLAHI, 1996). Rekombinant ürünlerin ilaç üretiminde kullanımı konusu dünya üzerinde büyük çapta kabul görmektedir ancak gıda konusunda aynı şeyi söylemek çok zordur (DIXON, 1999).



## 6. GD gıdalar ve mikroorganizmalar saptanabilir mi?

GD mikroorganizmaların saptanmasında PCR yönteminden (polimeraz chain reaction) yararlanılmaktadır. Bu yöntemin çok duyarlı olduğu ifade edilmektedir. Bu metodla birkaç saat içerisinde 1 DNA'dan milyonlarca DNA üretilmekte ve bunlar saptanmaktadır. Yöntem 3 aşamada gerçekleştirilmektedir (ANON, 1998 b; PIETSCH et al., 1997).

- a) DNA ekstraksiyonu ve saflaştırılması, b) PCR yöntemi ile DNA'nın çoğaltılması,
- c) PCR reaksiyon ürünlerinin elektroforezle analizi

## 7. GD yöntemi ile geliştirilmiş gıdalar konusunda bazı açıklamalar

### 7.1. Patates:

Çok önemli bir gıda olması nedeniyle patates üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır. Genetik değişim yolu ile patates yaprak kıvrılma virüsüne dayanıklı bitkiler üretilmiştir. *Bacillus thuringiensis* adlı virüsle bulaşık tarım ürününü yiyen böceklerin sindirim sisteminin "B protein" olarak adlandırılan bileşik nedeniyle tahrip olduğu bilinmektedir. Bt proteinini oluşturan genin doğrudan bitkiye transferi üzerinde çalışılmaktadır. Patateslerin berelenmesi sonucunda dokudaki polifenol oksidaz (PPO) enzimi polifenollerle reaksiyona girmekte ve doku rengi kararmaktadır. Bu amaçla PPO geni kapatılmaktadır. Şimdiye kadar üretilmiş bulunan 1.400 GD bitkinin pek çoğunda PPO miktarı ciddi derecede azaltılmıştır ve dolayısıyla mekanik zararlanmalar ürünün ticari değerini eskisi kadar düşürmemektedir. Patatesin depolanması sırasında nişasta şekere dönüşmektedir, bu istenen bir olay değildir zira şeker nedeniyle kızartma işlemi sonucunda renk koyulaşması olmaktadır. Nişastanın şekere dönüşümünü katalize eden enzim GD ile inaktif hale getirilmektedir. Kızartma işleminde kızartma yağı patates bünyesindeki suyun yerini almaktadır ve dolayısıyla ürünün yağ içeriği yüksek olmaktadır. GD ile patatesin nişasta içeriği % 50'ye kadar artırılıp, su içeriği azaltmakta ve böylece daha sağlıklı kızarmış patates üretilmektedir. Amiloz içermeyen ve % 100 amiloz içeren patates üretilmiş ve bunun özellikleri incelenmiştir. Bu patatesin gıda proseslerine daha uygun olduğu saptanmıştır (GERRITSEN, 1995; BEGGREN, 1996; MACKENZIE, 1998).

### 7.2. Ekmek mayası:

Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) heksozları fermente ederek CO<sub>2</sub> oluşturmada ve oluşan bu gaz ekmeği kabartmaktadır. Yeni üretilen bir maya bu posesi çok hızlı gerçekleştirmektedir. Öte yandan mayalar maltozu doğrudan kullanamamaktadır, buna karşın GD mayalar yapılarında bulunan maltoz permeaz ve maltaz enzimleri sayesinde maltozu doğrudan fermente edebilmekte ve % 20-30 oranında daha fazla CO<sub>2</sub> oluşturmaktadır. Bira üretiminde kullanılan maya suşu da (bu da *S. cerevisiae* 'dir) GD bir sonucu olarak doğrudan nişastayı ve dekstrinleri fermentasyona uğratarak alkol oluşturmaktadır (INOSE and MURATA, 1995; JONES, 1996 b).

### 7.3. Kimozin enzimi:

Peynir üretiminde kullanılan kimozin enzimi süt danalarının midelerinin 4. bölgesinden elde edilmektedir. Son 20 yılda bu enzime duyulan ihtiyaç her yıl % 4 artmıştır ve bu nedenle enzim sıkıntısı ortaya çıkmıştır. GD ile kimozin üretimini sağlayan gen sığırlardan *Kluveromyces lactis* adlı bakteriye aktarılmış ve bakterinin fermentasyon tankında ürettiği enzim endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Enzim endüstriye sunulmadan önce artırılmaktadır ve dolayısıyla ticari preparat herhangi bir mikrobiyel materyal içermektedir. GD tekniği ile üretilen kimozinin diğer kimozinden herhangi bir farkı bulunmamaktadır (JONES, 1996 b).

### 7.4. Thaumatin:

Thaumatin adlı protein, *Thaumatococcus daniellii* adlı Afrika bitkisinin yapısında bulunmaktadır. Bu protein, şekerden 100.000 kat daha tatlıdır ve ayrıca mevcut tadı artırıcı etkiye sahiptir. Thaumatin proteinini içeren bitkinin üretimi ve bu bitkiden gıda saflığında protein elde edilmesi güç ve masraflıdır. Thaumatinin üretimini sağlayan gen *T. daniellii* bitkisinden patates bitkisine aktarıldığında patates yumruları Thaumatin içerecektir. Patates yumrularından bu bileşik ucuz bir şekilde ekstrakte edilip ticarete sunulacaktır (JONES, 1995; COGLAN, 1995).

### 7.5. Geç olgunlaşan domates

Meyve ve sebzelerde pektini parçalayan enzimlerden biri olan poligalakturonaz (PG) enzimi domatestede önemli ölçüde vardır. Gen aktarımı ile bu enzimin üretilmesi engellenmekte veya çok az üretilmesi sağlanmaktadır. Böylece hem domates marketteki rafta uzun süre kalmaktadır, ayrıca hasat için dalında tamamen olgunlaşması sağlanmakta ve aroma gelişimi tam olmaktadır.

Bu domatesler anti-sense PG geninin yanı sıra kanamisin dayanıklılık geni de içerir. Bu gen aminoglu-kosid-3'-fosfotransferaz II (APH (3') II) enzimini encode eder. Bu gen anti-sense PG içeren bitki hücrelerinin seçiminde marker olarak kullanılır.

Özette geç olgunlaşan domatestede PG enzimi daha azdır ve APH (3') II enzimi vardır. Bu enzim normal domateslerde yoktur. Bu domatesten elde edilen küp şeklinde doğranmış domates konservesi ve püre kalitesi hibrit domateslerden elde edilenlerle karşılaştırılmıştır. Buna göre GD domatesten elde edilen konserve domatesin viskozite, renk, süzme ağırlık ve pektin miktarı hibrit domatesten elde edilenlerden daha iyi bulunmuştur. Domatesin GD veya hibrit olmasının besleyici değere bir etkisi görülmemiştir (PORRETTA et al., 1998). GD domateslerden elde edilen pürenin hibrit domatesten elde edilenlerle karşılaştırılmasında ise GD domateslerden elde edilen pürenin Bostwick konsistens değerleri % 35-55, serum ayrılması % 40 daha az bulunmuştur. Duyusal kalite de GD domateslerden elde olunan pürede daha iyi bulunmuştur. (PORRETTA and POLI, 1997).

GD domatesler üzerinde yapılan diğer bir araştırmada bu domateslerin hasadında taşınmasında ve işlenmesinde daha az kayıp olduğu, üretilen sos, ketçap ve pürenin viskozitesinin daha yüksek olduğu, aromanın daha güçlü olduğu ortaya konulmuştur (DEEPROSE, 1998).

### 7.6. Kolza ve pirinç:

Bir firma tarafından geliştirilen kolza tohumları daha yüksek miktarda  $\beta$ -karoten içermektedir. Özellikle gelişmemiş ülkelerde vitamin A eksikliğinden kaynaklanan körlüğe varan görme sorunları ve bağışıklık sistemi yetersizlikleri söz konusudur. Bu durumu sağlayan gen, doğal bir toprak bakterisinden izole edilmiştir. Gelişmemiş pek çok ülkede diyet başlıca pirinç ve baklagillerden oluşmaktadır ki bu diyetle çoğunlukla  $\beta$ -karoten ve vit A eksikliği görülmektedir. Kolzada sağlanan gelişmenin pirinçte de sağlanabilmesi için çalışmalar sürmektedir (SINCLAIR, 1998).

### 7.7. Soya:

Soyanın yağ asitleri ve amino asit bileşiminin değiştirilmesi üzerinde durulmaktadır. Genetik değişim yolu ile linoleik asit miktarı azaltılmış soya yağı kullanılarak hazırlanan patates cipslerinin flavorunun, standart yağ kullanılarak hazırlanan cipslerden daha iyi olduğu gösterilmiştir. Gene düşük linoleik asit içeren yağların kendi kalitesi de diğerlerinden daha iyi bulunmuştur (MOUNTS et al., 1994).

### 7.8. Pamuk çiğdi yağı:

Glifosfat'a (roundup herbisiti) dayanıklı pamuk çeşidinin üretiminde normal pamuk bitkisine "Agrobacterium sp. Strain CP4" bakterisinden elde edilen ve S-enol pürivilşikimate-3-fosfat synthase (EPSPS) yolunu oluşturan bir gen aktarılmıştır. GD pamuk tohumundan elde edilen yağın bileşimi, GD uğramamış pamuk varyetesi (Coker 312) elde edilen yağın bileşimi ve literatür verileriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılmasında pamuk tohumunun protein, yağ, fiber, karbonhidrat, nem, kül, aminoasit ve yağ asitleri bileşimi incelenmiştir. Antinutrient olarak ise gopipol, siklopropanoid yağ asitleri ve aflatoksin içeriği incelenmiştir. Ayrıca rafine yağda yağ asitleri profili ve alfa tokoferol miktarı ile ele alınmıştır. Sonuçta her iki pamuk tohumunun bileşiminin eşdeğer olduğu saptanmıştır (NIDA et al., 1996).

**KAYNAKLAR**

- ANONYMOUS, 1990. Council Directive 90/220/EEC of 23 April 1990 on the deliberate release in to the environment of genetically modified organisms. OJ No: L 117 p. 15
- ANONYMOUS, 1997 a. Regulation (EC) No: 258/97 of the European Parliament and of the Council 27 Jan. 1997 concerning novel foods and novel ingredients. OJ No: L043:0001-0007.
- ANONYMOUS, 1997 b. Greenpeace- Policy concerning the labeling and declaration of genetically engineered food products. ) [http:// biotechknowledge.com/showlib.cgi?177](http://biotechknowledge.com/showlib.cgi?177)
- ANONYMOUS, 1997 c. Making the world's food better. New Bionews 1 (1): 1-4.
- ANONYMOUS, 1998 a. The hazards of genetically engineered foods. [http:// naturallaw. org/nipusa/ issues/ genetics/ ge hazards. html](http://naturallaw.org/nipusa/issues/genetics/ge_hazards.html)
- ANONYMOUS, 1998 b. Genetic ID's methods for genetic analysis of food. [http:// genetic-id. com/diff. htm](http://genetic-id.com/diff.htm).
- ANONYMOUS, 1999 a. İngiltere'de genetik skandal. Hürriyet Gazetesi 15.02. 1999.
- ANONYMOUS, 1999 b. İngiltere'de genetik gıdalara sıkı denetim. Milliyet Gazetesi, 24.03.1999.
- ANONYMOUS, 1999 c. Genetically engineered food-a serious health risk. [http:// www. netlink de/gen/ragan. html](http://www.netlink.de/gen/ragan.html)
- ASTWOOD, J. D., LEACH, J. N. and FUCHS, R. L. 1996 Stability of food allergens to digestion in vitro. Nature Biotechnology 14 (10): 1269- 1273.
- BACHMAYER, H., 1999 How safe gene technology ? [http://www. life-sciences. novartis. com/public/ biotech/bxt\\_13.html](http://www.life-sciences.novartis.com/public/biotech/bxt_13.html).
- BEGGREN, H. 1996 The GMO potato-now its here Var-Foeda 48 (5): 30-31.
- BENMAYOR G. 1999 Seattle'in uykusuz adamı, Hürriyet Gazetesi 5.12. 1999.
- BERINGER, J. 1998 Keeping watch over genetically modified crops and foods. Lancet 353:605-606.
- BRANDT, P. 1998. Immunization by eating genetically modified fruit and vegetables. Bundesgesundheitsblatt 41 (7): 289-293.
- COGHLAN, A. 1995. Grow your own vaccines. New Scientist Jan 21:23.
- DANNECKER, G. 1998 Problems relating to the marketing and labeling of novel foods and additives in accordance with the EU Novel Food Regulation and the German Novel Food and Food Additives Regulation Z. fuer das Gesamte Lebensmittel- recht (ZLR) 25 (4): 425-453.
- DEEPROSE, J. 1998. You say tomato and I say GMO. Food Manufacture 73 (7):24-25.
- DIXON, B. 1999. The paradoxes of genetically modified foods. British Med. J. 318: 547-548.
- DURANT, J. 1997 Food for Our Future-Food and Biotechnology. A. publication of Food and Drink Federation of UK. 29p.
- ELLAHI, B. 1996 Genetic modification for the production of food: the food industry's response. British Food Journal 98 (4/5): 3, 53-72.
- GERRITSEN, W. S. 1995 Amylopectin potato starch as a new ingredient Voeding 56 (12): 32-33.
- GOLUB, E. S. 1997 Genetically enhanced food for thought, Nature Biotechnology 15 (2):122.
- INOSE, T. and MURATA K, 1995 Enhanced accumulation of toxic compound in yeast cells having high glycolytic activity: a case study on the safety of genetically engineered yeasts Int j. Fd. Sci. Techn. 30 (2): 141-146.
- JANY, K. 1997 Genetic technology and food allergies. Z. f. Ernährungswissenschaft 36 (1): 115.
- JONES, L. 1995 The new-age potato Grower (July) 20: 15-16.
- JONES, L. 1996 The gene scene. Food Manufacture (February) : 19-20.
- JONES, L. 1996 Food biotechnology: Current developments and the need for awareness. Nutrition and Food Science 6: 5-11.
- JONES, L. 1999 Science, medicine and the future. Genetically modified foods. British Medical Journal 318: 581-584.
- MACKENZIE, D. 1998. Modified potato is taken off the menu. New Scientist (October) 17:13.
- MORELL, M.K. 1999. The process of genetic engineering Food Australia 51 (7): 305-308.
- MOUNTS, T. L., WARNER, K. and LIST, G.R. 1994 Performance evaluation of hexane extracted oils from genetically modified soybeans. J. Am. Oil Chem. Soc. 71 (2): 157-161.
- NIDA, D. L., PATZER, S., HARVEY, P., STIPANOVIC, R., WOOD, R and FUCHS, R. L.1996. Glyphosate- tolerant cotton: the composition of the cottonseed is equivalent to that of conventional cottonseed. J Agric. Fd. Chem 44 (7): 1967-1974.
- PIETSCH, K., WAIBLINGER, H.U, BRODMANN, P. and WURZ, A. 1997. Screening methods for identification of genetically modified food of plant origin, Deutsche Lebensm. Rund. 93 (2): 35.38.
- PORRETTA, S. and POLI, G. 1997. Tomato puree quality from transgenic processing tomatoes . Int. J. Fd. Sci. Tech 32 (6): 527-534.
- PORRETTA, S., POLI, G and MINUTI, E. 1998. Tomato pulp quality from transgenic fruits with reduced polygalacturonase (PG). Food Chem 62 (3): 283- 290.
- RAWN, J. D. 1989. Biochemistry. Neil Patterson N.C. USA. P. 105.
- ROOKER, J. 1998 a. Genetically modified food (List of current and recently completed studies on GMF). [http:// biotechknowledge.com/showlib. cgi? 207](http://biotechknowledge.com/showlib.cgi?207).
- ROOKER, J., 1998 b. Genetically modified plants, UK House of Commons debate. [http:// biotechknowlodge.com/showlib. cgi? 193](http://biotechknowledge.com/showlib.cgi?193).
- SINCLAIR, K. 1998 Modified crop disease hope. The Herald (Glasgow) <http://blotechknowledge.com/showlib.cgi?193>.
- TAYLOR, S. L. 1997 Assessment of the allergenicity of genetically modified foods. Ag Biotech News and Information 9 (10): 229-234.
- ULUENGİN, H. 1999. Quo Vadis küreselleşme ? Hürriyet Gazetesi 4.12.1999.