

Genetiği değiştirilmiş organizmalar: Sağlığa zararlarını kanıtlamak neden zor? Sorunlar ve riskin ipuçları

Işıl Ergin^a, Ali Osman Karababa^b

Özet

Genetiği değiştirilmiş gıdalar modern biyoteknolojinin gıda üretimine uygulanan şeklidir. Gittikçe yaygınlaşan kullanım alanı, bu gıdaları toplum sağlığı açısından dikkat çekici bir noktaya taşımıştır. GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma)'ların sağlık etkileri konusunda güvenilir olduğuna dair görüş bildirenlerin yanı sıra, insan sağlığını tehdit ettiği görüşünü dile getiren araştırmacılar da vardır. GDO ların sağlığa zararlı olup olmadığına dair saptamaları yapmak ise beslenme epidemiyolojisi alanının zorlukları, risk değerlendirme sürecindeki sorunlar, hayvan deneylerindeki sınırlılıklar ve bilginin tarafsızlığına dair kuşku nedeniyle zorlaşmaktadır. Tüm bu bilimsel açmazlara rağmen alerjik ve toksik etkilere dair ipuçlarının artması, antibiyotik direnci olasılığının bilimsel kurumlarda yarattığı endişe, besin değerlerindeki değişimin ve gen transferi olasılığının yayınlarda yer alması; görünür hale gelen sağlık etkilerini göstermektedir. Karşılaştırılabilirliği mümkün kılacak standart tasarıma ve ileri analiz yöntemlerine ihtiyaç vardır. Uzun erimde etkilerini ortaya koyacak ve iyi planlanmış kohort araştırmalarının gerekliliği mutlak. Zararsız olduklarını bilimsel bir özgüvenle söylemek için ise erkendir. Risklerin henüz net olarak ortaya konamaması, olmadığı anlamına gelmemektedir. Risklerin neler olduğunu kesin olarak ortaya koyacak araçlarımız henüz yeterli değildir. Sürece ihtiyat ilkesi doğrultusunda yaklaşmak gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Genetiği değiştirilmiş gıdalar, beslenme epidemiyolojisi, risk

Genetically modified organisms: Why is it difficult to prove health hazards? Problems and clues about risk

Abstract

Genetically modified foods are in the area where biotechnology is applied to foods. Their common use has driven them to a substantially important position in relation to community health. There are researchers who comment that they are safe in relation to/regarding health effects as well as others who consider them as threatening for human health. However, it is difficult to determine the health risks because of difficulties in nutritional epidemiology area, problems in risk evaluation, the limitations in animal experiments and suspicions about the objective nature of the information.

^a Öğr. Gör. Dr. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD., İzmir, Türkiye

^b Prof. Dr. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD., İzmir, Türkiye

Sorumlu Yazar: Işıl Ergin, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD. İzmir, Türkiye
İş Tlf: 0232 3902078, E-posta: İsil.ergin@ege.edu.tr

Bu çalışma 2010 yılında Didim'de düzenlenen Çevre Hekimliği Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Against all these scientific dilemmas, the increasing clues about allergic and toxic effects, the concerns in scientific societies about the possibility of antibiotic resistance, the development of changes in nutritional quality and of gene transfer in literature have clearly revealed the health consequences. The detection of health risks for GMOs has important limitations. There is need for advanced methods of analysis and standard designs that will make comparisons possible. There is an absolute necessity for well designed cohort studies that will determine long term effects. It is/ may be too early to say with scientific confidence that genetically modified foods are safe. The inability to clearly identify the risks does not mean that the risks do not exist. Current methods are not sufficient to reveal the risks clearly. At this stage, an approach in the context of the precautionary principle is necessary.

Key Words: Genetically modified organisms, nutritional epidemiology, risk.

I.Giriş

Codex Alimentarius Komisyonu'na (CAC) göre; in vitro olarak nükleik asit teknikleri uygulanması (DNA'nın rekombinasyonu veya nükleik asidin hücre veya organellere direkt enjekte edilmesi) ve türlerin doğal fizyolojik bariyerlerini aşacak şekilde ve doğal aşılama yöntemleri olmayan biçimlerde birleştirilmesi *modern biyoteknoloji* olarak tanımlanmaktadır.¹ Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) ise modern biyoteknolojinin gıda üretimine uygulanan şeklidir. GDO, bir canlının gen dizilimi değiştirilerek ya da bu canlıya çeşitli bakteri, virüs, hayvan ve bitkilerden gen aktararak kendi doğasında bulunmayan bir karakter kazandırılması ile elde edilir.² GDO üretimi tarımsal ilaç kullanımını azaltma, verimlilikte ve raf ömründe artış sağlama, uygun olmayan iklim koşullarında ürün alabilme ve besin değerini değiştirme gibi gerekçelerle üretilmekte ve bu üretim biçiminin dünyadaki açlığa çare olacağı savunulmaktadır.³ Ancak Nobel ödüllü iktisatçı Amartya Sen, yoksulluk ve kıtlığı anlattığı kitabında 'Demokrasilerde kıtlık yaşanmaz' diyerek, açlık ve kıtlığın sadece gıdanın azlığından değil onun eşit dağıtılmamasından kaynaklandığını belirtmiş ve Bengal'de 1943 yıllarında yaşanan kıtlık üzerinden bu tezini kanıtlamıştır.⁴

I.

Bugün, GDO'ların gıda olarak kullanımına izin verilen türleri; herbiside dayanıklı veya böceğe dirençli mısır (Bt mısır), herbiside dayanıklı soya, kanola tohumu, herbiside dayanıklı veya böceğe dirençli pamuktur. GDO ekili alanların

genişliği bakımından ilk iki sırayı, herbiside dayanıklı soya (%60) ve böceğe dirençli mısır (%14) almaktadır. Birkaç ülkede papaya, patates, pirinç, kabak şeker kamışı ve domatese ilişkin izinler olmakla birlikte, yetiştirilmesi ve ticareti oldukça sınırlı düzeydedir.² GDO toplam ekimdeki payları yüksek olan bitkilerin önemli sanayi hammaddeleri olduğu da dikkati çekmektedir. Bu özellikleri nedeni ile gündelik hayatta sıkça tükettiğimiz pek çok tanıdık gıdanın içinde bulunabilme olasılıkları yüksektir. Bu olasılık, toplum sağlığı açısından GDO'lu gıdaları dikkat çekici bir noktaya taşımaktadır.

FAO, WHO ve OECD, 1990'ların başında görüşlerini "büyük ölçüde eşdeğerlilik" (substantial equivalence) ilkesine dayandırmıştır.⁵ Bu ilkeye göre GDO'lu gıdaların anahtar bir takım toksikolojik ve besleyici özellikleri, geleneksel eşdeğerine benziyor ise GDO'lu gıda da güvenlidir.⁶ Ancak bu ilke eleştirilere maruz kalmıştır. ⁷ 2000 yılındaki DSÖ toplantısında bu ilkenin, GDO'lara ilişkin güvenlik değerlendirmesinin yapılandırılmasında sadece başlangıç noktasını oluşturması ve karşılaştırmanın sadece yapısal özellikler açısından değil, tüm yönleriyle gerçekleştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.⁸

II. Riski saptamaktaki zorluklar ve engeller

1.Beslenme epidemiyolojisi alanı ve zorluklar

Pek çok besleyici maddeye ilişkin epidemiyolojik araştırmalar 200 yıldır yürütüle gelmiştir. Lind, 18. yüzyılda bilinen

en eski kontrollü klinik deneyi gerçekleştirip, limon ve portakalın skorbut hastalığının seyrinde “en hızlı ve iyi” etkiyi gösterdiğini bildirmiştir. Hastalığın C vitamini eksikliğinden kaynaklandığı ise yıllar sonra ortaya çıkmıştır. Takaki, 19. yüzyılda gemicilerdeki “beri beri” hastalığının, beslenmelerindeki eksiklikler nedeni ile oluştuğunu öne sürmüştü, öğünlerine süt ve sebze ekleyerek hastalığı azaltmayı başarmıştır. Beri berinin, tiamin eksikliğinden kaynaklandığının anlaşılması ise 1973’lerde gerçekleşebilmiştir.⁹ Bu örneklerde, belli bir besin maddesine bağlı eksiklikler kolaylıkla anlaşılabilir ve düzeltilebilmiştir. Bugün ise beslenme epidemiyolojisinin ilgilendiği alanların başında kalp-damar hastalıkları ve kanser başta olmak üzere kronik hastalıklar gelmektedir. Bu hastalıklar, çok faktörlü bir nedenselliğe sahiptir. Beslenme yanı sıra genetik, psikososyal, davranışsal ve mesleki pek çok faktör, tek başına veya hep beraber hastalık oluşumunda etkili olabilmektedir. Bu hastalıkların *latent dönem* denilen oluşma dönemleri oldukça uzundur. Maruz kalma kimi zaman uzun yıllar içerisinde azar azar ve birikici etkiyle hastalığı ortaya çıkarabilir veya kısa süren bir maruz kalımın etkisi uzun yıllar içerisinde olgunlaşıp hastalığa yol açabilir. Maruz kalma süresi çoğu zaman belirsizdir. Beslenme dediğimiz değişken de, birbiriyle güçlü bir ilişki içerisinde olan, karışık bir maruz kalım setinin bir arada bulunduğu bir durumdur. Herkes az veya çok yağ, lif, sebze veya meyve tüketir ve maruz kalma için “var” veya “yok” denilebilecek bir durum söz konusu değildir. Burada etkilenim; geniş bir yelpazede dağılan sürekli bir değişkendir. Üstelik bireylerin beslenme alışkanlıkları da yıllar içinde değişebilir.⁹

Beslenmeye dair sorgulamalarımız yıllar içindeki değişim bir yana, üç günlük diyetin geriye dönük sorgulanmasında bile önemli hatırlama hataları barındırabilmektedir. Bir gıdanın ne şekilde hazırlandığı, bunlara dair yöresel farklılıklar, hangi eşlik eden gıdaların tüketimini artırdığı gibi sorgulamalar da etkilenimin doğru belirlenmesi açısından önemli sorulardır, ama doğru ve yeterli yanıtları almak güçtür. Ayrıca pek çok insan yediği gıdanın içeriğini bilmez ve bu nedenle

bireyler tükettiği gıdayı ifade eder, araştırmacı da o gıdanın içeriğine dair bir *öngörüde* bulunur. Kısacası beslenme epidemiyolojisi alanının en önemli sorunu, insanların diyetini “ölçebilmekle” ilgili sorundur.⁹

Biyokimyasal analizler, hayvan deneyleri ve metabolik çalışmalar bu alana önemli katkılar sunsa da, hastalık ve beslenme arasında doğrudan bir ilişkiyi tanımlama gücüne sahip değildir.⁹ Üstelik bugün gıdaların (ör: sebze ve meyvelerin) karsinogenez üzerindeki etkisine dair değerlendirmelerin %90’ı hayvanlarda yürütülen deneylerle değil, insanlarda yürütülen epidemiyolojik araştırmalar veya müdahale araştırmalarından elde edilen sonuçlardan gelmektedir.¹⁰ Bunun en önemli örneği kolesterol-ateroskleroz ilişkisinin aydınlatılma sürecidir. Bugün artık tıp dünyası için açık olan bu ilişki; 1952’de bir fizyoloji laboratuvarında diyetteki yağ, kan plazma kolesterolü ve ateroskleroz arasındaki ilişkiye dair ipuçlarının peşine düşülüp, Finlandiya’da önce kesitsel toplum temelli araştırmaların, ardından kohort araştırmalarının yapılması ile ortaya çıkarılmıştır. 1972’de başlayıp 30 yıl süren toplum temelli müdahale çalışmaları ile de bu ilişki net olarak kanıtlanmıştır.¹¹ Ancak bugün hastalıklarda, örneğin kanserlerde yararı ya da zararı tartışılan ve bir türlü netleşilemeyen pek çok gıda bulunmaktadır. Ne yararın ne de zararın kanıtlanması, gıda söz konusu olduğunda yukarıda söz edilen tasarım sorunları nedeni ile zor, kimi zaman imkansız olabilmektedir. Gıda üretiminde kullanılan katkı maddeleri veya pestisidlere ilişkin çalışmalar da benzer sıkıntılar nedeni ile “kesin” sonuçlara varmak konusunda zorluklar taşımaktadır. Beslenmenin sağlık üzerindeki etkisini doğru olarak ölçmek o kadar zordur ki olası ilişki çoğu zaman gizli kalabilmektedir.⁹ 1942’de ilk sentetik tarım ilacı olarak sunulan ve yeni tarım çağının en umut bağlanılan, popüler ilaçlarından olan DDT, bugün DSÖ’ne bağlı kanser araştırmaları birimince (IARC) “olası insan karsinojeni” (Grup 2B) listesinde yer almaktadır.¹² İnsandaki kanser yapıcı riski hala kanıtlanamamakla birlikte deney hayvanlarında kanser yapıcı etkisini gösteren güçlü kanıtlar nedeniyle pek çok

ülkede kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Ayrıca 2001 yılında BM Çevre programı (UNEP) tarafından yürütülen *Kalıcı Kirleticilere İlişkin Stokholm Konvansiyonu'nda*, çevrede kalıcı etkileri olan, beslenme zinciri üzerinden biyoakümüle olan ve hem insan sağlığı hem de çevre açısından ciddi etkileri olan 12 kimyasalın ("kirli düzine"-dirty dozen) arasına dahil edilmiştir.¹³

2.Riski değerlendirme süreci ve sorunlar

GDO'lar için Dünya Tarım ve Gıda Örgütü (FAO) gen transferinin tamamen kontrollü bir süreç olmadığını, transfer edilen genin; konakta birleşme, açığa çıkarma veya durağanlaşma yoluyla farklı sonuçlara yol açabileceğini bildirmektedir.² Bu nedenle, ürünlere tüketim öncesi ve sonrasında risk değerlendirmesi ve güvenlik değerlendirmesi önerilmektedir.¹⁴ Bu değerlendirmenin her bir toprak, iklim ve üretim biçimine özgü olarak her bir olguda ayrı ayrı (case-by-case) yapılması gerektiği de eklemektedir.²

GDO'ların değerlendirilmesinde uluslararası uyum sağlamak açısından iki esas temel alınmaktadır: Gıda güvenliği açısından CAC ve çevre güvenliği açısından Biyogüvenliğe dair Cartagena Protokolü bu esasları oluşturur. CAC'nun güvenlik değerlendirmesi esaslarına göre bu incelemeler; gıdanın doğrudan sağlık etkilerini (toksisitesini), allerjik reaksiyon yaratma eğilimini, besleyici veya toksik özellikleri bulunan bileşenleri saptamayı, verilen genin durağanlığını belirlemeyi, genetik değişim sürecine ilişkin besleyici etkilerini ve istenmeyen her türlü etkiyi değerlendirmeyi kapsamalıdır.² CAC 2003'te GDO'lardaki risklerin değerlendirmesine ilişkin resmi standartları yayınlamıştır. Ancak yayınlanmış 31 araştırmanın 2009 itibarıyla incelenmesi sonucunda, GDO'ların güvenilirliklerini test etmek için yapılan risk değerlendirme araştırmalarında uygulanan standart bir tasarıma rastlanmamıştır.¹⁵ Kullanılan canlı tipinin, bu canlıların beslenme sürelerinin ve her bir araştırmada bakılan parametrelerin farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışmalarda, karşılaştırma amacıyla eşdeğeri olan "geleneksel gıda" kullanılmaktadır. Bu tip bir karşılaştırmanın

önemli bir kısıtlılık olduğu ve GDO'larda istenmeyen etkilerin değerlendirilmesinde mevcut yöntemlerin yetersiz kaldığı belirtilmiştir.¹⁵ Geleneksel toksikolojik testlerin anlamlı bilgiler sunmasının ise pratik olarak mümkün olmadığı, DSÖ tarafından da bildirilmektedir.² Bu yetersizliğin giderilebilmesi için GDO'ların risk değerlendirme süreçlerine DNA analizi, DNA/mRNA mikroarray hibridizasyon, proteomiks ve kimyasal fingerprinting gibi ileri analiz yöntemlerinin eklenmesi zorunluluğuna işaret edilmektedir. Bu gibi yöntemlerin risk değerlendirmesi aşamalarında *yaygın* olarak kullanılması mümkün olduğunda, gerçekçi bir değerlendirmenin mümkün olabileceği belirtilmektedir.¹⁵

3. Hayvan deneyleri ve sorunlar

World Medical Association (WMA) tarafından geliştirilen Helsinki Deklarasyonu insanda yapılacak tıbbi araştırmalara dair etik kuralları tanımlamaktadır. Buna göre; riskler tam olarak tanımlanmadan ve bu risklerle nasıl başedileceği tam olarak anlaşılmadan insanda tıbbi araştırma kurgulanamaz. Ayrıca araştırmanın potansiyel sağlık yararı, sağlık risklerinin her zaman önünde olmalıdır.¹⁷ Bu nedenle GDO'lar için deneysel çalışmaların tamamı hayvan deneyleri ile sınırlıdır. Hayvan deneylerinin bu alanda kullanımı ve bu kullanımın sınırlılıkları EFSA (European Food Safety Authority- Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından da dile getirilmektedir. EFSA, Avrupa Birliği'ne bağlı olarak gıda güvenliği alanında çalışmalar yürüten bir kuruluştur. EFSA'ne göre insanda meydana gelebilecek etkileri saptamada kullanılacak uygun hayvan modeli henüz bulunmamıştır. Hayvan deneyleri açısından birden fazla türün kullanılması önerilmektedir. Böylelikle türlerdeki metabolik farklılıklar nedeni ile maskelenen etkiler açığa çıkabilecektir. Ayrıca araştırmacılar, riski değerlendirirken, olası tüm zararlı etkileri tahmin ederek başlamadıkları için, etkiyi yaratacak *uygun dozu* belki de hiç uygulamıyor olabilirler. Bu durum önemli bir sorun olarak tanımlanmıştır.¹⁰

4.Bilginin tarafsız üretimi ve sorunlar

Bu alandaki bilgi üretiminin bir başka önemli sorunu da üretilen bilginin tarafsızlığına dair endişelerdir. Gıda veya tohum endüstrisinin ürettiği veya bu kuruluşlarca desteklenen araştırmaların kanıtları sıklıkla GDO'ları olumsuz niteliktedir. Gıdalla ilişkili başka alanlardaki yanlışlıklar bu endişeleri güçlendirmektedir. Örneğin gıda ambalajlamada kullanılan maddelerin sağlık risklerine dair araştırmalar incelendiğinde, Bisphenol-A'ya (BPA) dair araştırmalar içerisinde, 163 kamu finanslı araştırmanın %92'si düşük düzeyde BPA'ya maruz kalma ile bile ciddi gelişimsel, reproduktif ve immün sistemle ilişkili anlamlı düzeyde etkinin varlığını göstermiştir. Buna karşın, endüstri tarafından yapılan 13 araştırmanın hiçbirinde BPA'yı olumsuzlayan bilgi üretilmemiş, zararının olmadığı bildirilmiştir.¹⁷

III. Sağlık etkilerine dair kanıtlar

DSÖ Gıda Güvenliği Bölümü 2005'te yayınladığı raporda; kanıta dayalı bir çalışma sunar. Bu çalışmada, GDO'ların insan sağlığı ve gelişimi için potansiyel risk olasılığı taşıdığı, tarımsal GDO'larda kullanılan pek çok genin yeni olduğu ve güvenli besin olarak tüketimlerine dair bir geçmişleri olmadığı, genetiği değişecek organizma genomuna yeni gen yerleştirilmesinin istenmeyen gelişimsel ya da fizyolojik etkilere neden olabileceği bildirilmektedir.²

1. Alerjik etkiler

GDO'ların sağlık etkileri içinde en öne çıkanı alerjik etkileridir. Nordlee ve arkadaşlarının daha 1996'larda bildirdiği durum önemli bir örnek oluşturmaktadır. Metionin açısından fakir bir gıda olan soyanın bu özelliğini değiştirmek için metionince zengin, Brezilya fıncığından, 2S albumin geni transfer edilmiştir. Bu transfer sonucunda oluşan transgenik soya, fıncığa alerjisi olanlarda alerjik reaksiyonlara neden olmuştur.¹⁸ Gen transferi soyayı methioninden zengin hale getirirken, fıncığa alerjisi olanlar için riskli bir gıdaya dönüştürmüştür. Bireyler bilindik gıda allerjileri durumunda, o gıdalardan uzak durarak ve onları tüketmeyerek sağlıklı bir hayat sürebilirler. Ancak içinde fıncık geni

saklanmış bir soyanın hangi gıdaların içine girebileceğini elbette öngöremezler. Bu durum kimi zaman onlar için ciddi bir sağlık riskine dönüşebilir. Gıdalar; insan organizması ile yüzyıllardır evrimsel bir sınavdan geçmiştir. GDO'ların sağlıklı olup olmadıkları değerlendirilirken karşılaştırma için "geleneksel eşdeğerleri" (*conventional counterpart*) kullanılmakta, GDO'lu gıdaların sağlıklı olup olmadığı geleneksel gıda ile karşılaştırılarak değerlendirilmektedir.¹⁹ Bugün tükettiğimiz geleneksel gıdalar bu sınavda insan organizmasından onay almış olanlardır. GDO'daki gen transferinin olası allerjen bir maddeden yapılması DSÖ tarafından önerilmemektedir.²⁰ Ancak, allerjenik proteinlerle sekans benzerliği olmaması potansiyel allerjen olma olasılığını dışlamamaktadır. Protein sekanslarında çok küçük değişiklikler bile allerjenik yapıya neden olabilmektedir.²¹ Genlerin üreteceği yeni proteinler insanın o güne kadar bilmediği, yemediği, bağışıklık sisteminin tanımadığı proteinler olacaktır. Gıda ve immün sistem arasındaki ilişki ise allerjenisite dışında hala net değildir. Yeni proteinin insan organizmasında ilerlediği yol boyunca nasıl algılanıp nasıl reaksiyonlar vereceği bilinmemekte, bu alanda araştırmaların yapılması ihtiyacı bildirilmektedir.² Finamore ve arkadaşları MON 810 isimli mısırla 30-90 gün besledikleri farelerin barsaklarında böylesi bir yanıtın izlerine rastlamıştır. Bağışık yanıtın ana hücreleri olan T ve B hücrelerinde ve CD4(+), CD8(+), gamma-delta T ve alfa-beta T hücre gruplarında değişiklikler olduğu saptanmıştır. Ayrıca yine bağışık yanıtla ilgili olarak IL-6, IL-13, IL-12p70, ve MIP-1beta düzeylerinin serumda arttığı gözlenmiştir. Araştırmacılar GDO risk değerlendirmesinde, barsaktaki ve periferdeki bağışık yanıt hücrelerinin incelenmesinin önemine vurgu yapmaktadır.²²

2. Antibiyotik direnci

Sağlık riskleri içinde bir diğer tartışmalı alan da antibiyotik direncidir. Genetik değişim sürecinde *işaretleyici genler*, genetik olarak değiştirilmiş hücrelerin işaretlenmemiş olanlardan ayırt edilmesi ve tanımlanması için

kullanılmaktadır. Bu amaçla, işaretleyici gen olarak antibiyotik direnç genleri kullanılmaktadır. Antibiyotiğe dirençli bu genleri içeren GDO'ların ağızdan alınan antibiyotiklere yönelik direnç sorunları oluşturabileceği endişesi bulunmaktadır.²³ Üstelik olası direnç riski altındaki bu antibiyotiklerin insan ve veteriner ilaçları açısından ciddi klinik önemi ve değeri vardır. Örneğin NptII geni ile direnç gelişen kanamisin ve neomisin, DSÖ tarafından "oldukça önemli antimikrobiyaller" sınıflamasında yer almaktadır. Özellikle kanamisin çoklu ilaç direnci gösteren tüberküloz vakalarında ikinci tercih edilebilecek ilaçtır ve giderek artan küresel tüberküloz direncinde önemli silahlardandır. Bu ilaca direnç gelişmesi olasılığı önemli bir tehdittir.²⁴ EFSA 2004 yılında gerçekleştirilen GDO paneli sonrasında, NptII geninin kullanımının güvenli olduğuna dair değerlendirme yayınlar. Bu yayın sonrasında, Avrupa İlaç Birliği (European Medicines Agency -EMA) aminoglikozidlerin tedavideki önemli rollerine vurgu yapar ve EFSA'yı uyarır. Yeniden değerlendirme yapılmasını talep eden yazısı Avrupa Birliği tarafından EFSA'ya iletilir. EMA'ya göre aminoglikozidler ciddi bakteriyel enfeksiyonların hem önlenmesinde hem de tedavisinde önemli bir role sahiptir. Üstelik direnç konusu bu enfeksiyonlarla ilgili olarak giderek büyüyen bir sorunken, EFSA'nın raporunun sonuçları ciddi önem taşımaktadır.²⁵ Bu uyarı sonrası EFSA yayınladığı raporda, uygulanan genleri bu kez üç gruba ayırır. Kanamisin ve neomisin direnci ile ilişkili olan NptII geninin kullanımı yasaklanmazken, ikinci gruptaki kloramfenikol (CmR geni), ampicilin (ampR geni) streptomycin ve spectinomycin (aadA geni) genlerinin alan deneylerine izin verir ama pazara sunumunu yasaklar. Son grupta ise Amikasin (nptIII geni) ve tetrasikline (tetA) direnç oluşturan genleri içeren GDO'ların saha deneyleri dahi yasaklanır.²³ Üstelik 2004'te DSÖ'nün Uzman panelinde çıkan karar da hücreye gereksiz DNA dizilimleri (işaretleyici genler) katan yöntemlerin bırakılması yönündedir.^{14,20,26} Ama bu uyarının dikkate alınmadığı ve biyoteknoloji endüstrisinin kullanışlı bulunan ve performansı beğenilen

antibiyotiğe dirençli genleri kullanmaya devam ettiği ve alternatif işaretleyici gen arayışlarına da girmediği görülmektedir.

3.Toksik etkiler

Toksik etkiler sağlık riskleri açısından önemli bir başka sorundur. Bacillus Thuringiensis (Bt) toprakta yaşayan gram (+) bir bakteridir. Ürettiği Cry toksini böcekleri öldürmekte ve 1920'lerden beri bakterinin sporları ve kristal proteinleri tarım ilacı olarak kullanılmaktadır. Biyoteknoloji ise bu zehirli kodlayan geni bitkiye transfer etmiş ve GDO mısır veya patatesin, onu yiyen böcekleri öldürecek zehirli içerir hale gelmesini sağlamıştır. Fares ve El-Sayed, 1998'de yaptıkları çalışmada, Bt toksin geni içeren patatesle beslenen farelerin ince barsağında proliferasyon gözlemlemiştir.²⁷ Ewen ve Pusztai'nin çalışmaları da GDO patateslerin farelerin barsak duvarında kalınlaşmaya yol açtığı sonucuna varmıştır. Bu durumun son üründen değil genetik değişim sürecinde açığa çıkan ve genetik kodlama sürecinde oluşan yeni proteinlerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Etkiyi neyin yarattığı ise belirlenememiştir. Yeni nesil patatesin nişasta, şeker polimerleri, lektin, tripsin inhibitörü ve kemotripsin inhibitörü gibi bir takım protein ve enzimlerinin değişikliğe uğradığı ve yeni patatesin değişen proteinlerinin bu toksik etkilerden sorumlu olabileceği vurgulanmıştır.²⁸

Malatesta ve arkadaşları ise yaptıkları ultrastrüktürel, mikroskopik ve immunohistokimyasal incelemelerle sürece farklı bir boyut katmıştır. GTS Soya ile besledikleri farelerin karaciğer ve pankreaslarında görünürde bir sorun yokken, özel boyalar sayesinde karaciğer hücre çekirdeğinin şeklinin bozulduğunu, hücrenin metabolik hızının arttığını ve hücre çekirdeğinin porlarının arttığını bulmuşlardır. Pankreas hücrelerinde de enzim içeren paketçiklerin sayısı ve boyutlarında artış olduğunu ve tüm bu bulgular doğrultusunda hücre içindeki trafiğin hızlandığını saptamışlardır.^{29,30,31} Toksik etkilere ilişkin bulgular, bu toksik yapıların atılım organlarındaki etkilerine dair sorgulamalara da neden olmuştur. Seralini'nin 2007'deki araştırmasında GDO Mısır (MON863) ile 90 gün beslenen

farelerin idrarında fosfor ve sodyum atılımının azaldığı, karaciğerde yağlanmanın arttığı kısacası iki atılım organının hasarlanma bulguları gösterdiği belirtilmiştir. Üstelik bu etki doza bağımlı bir şekilde ortaya çıkmakta yani daha çok tüketenlerde sonuç, daha şiddetli seyretmektedir.³²

4.Besin değerlerinde değişme

Besin değerlerinde değişme veya azalma olabildiğine dair örnek ise Lappe ve Bailey'in 1999'daki çalışmasından gelmektedir. Kalp sağlığı için yararlı fitoöströjen konsantrasyonunun GDO'lu soyada daha az olduğunu bildirmektedirler.³³

5.Gen transferi

DSÖ gen transferinde virüslerin kullanılmasının iki tür potansiyel tehlike taşıdığını bildirmektedir: 1. Durgun virüslerin yeniden harekete geçmesi, 2. Yeni bulaşıcı veya karsinojen diziler oluşturabilecek birleşmeler gösterebilmesi. Bu tehlide örnek olarak geçmişte globin geni içeren vektör virusun kullanılması sırasında açığa çıkan murin lösemi vürüsü gösterilmektedir.^{2,34}

Alınan GDO'lu gıdanın DNA'sının tamamen sindirilmeyip fare barsağında gıdanın DNA parçacıklarına rastlanması, bu DNA parçacıklarının memelinin hücrelerine veya barsaklarındaki bakterilerin yapısına geçme olasılığı yani "Horizontal gen transferi" olarak tarif edilen durum da DSÖ'nün bu teknolojiye dair endişeleri arasındadır.² Agodi ve arkadaşları, GDO'lu mısır ve soya ile beslenen ineklerin sütlerine genetik materyal geçişinin olduğu ve bu geçen DNA yapılarının pastörizasyona dirençli olduğunu göstermiştir.³¹ FAO uzman paneli horizontal gen transferinin nadir bir durum olduğunu ancak tamamen göz ardı edilebilecek bir konumda da olmadığını bildirmektedir.^{14,26}

IV. İhtiyat ilkesi (Precautionary principle)

Toplumsal yaşamın çeşitli sorunları karşısında, hukukçularla politikacıların bilimden net veri ve sonuç beklentisi olabilir. İhtiyat ilkesi bu verileri bilimin ortaya koymakta yetersiz veya çaresiz

kaldığı yani "bilimsel belirsizlik" durumunda devreye girer. Nedenlerin ortaya konması açısından olası etkenlerin birbirine bağımlılık ve çok yönlülük gösterdiği karmaşık yapılar bilimin açık ve net yanıtlar vermesini zorlaştırabilmektedir. Bu durum, özellikle çevre sorunlarında öne çıkan bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. GDO'lara ilişkin yukarıda bahsi geçen pek çok sorun alanı da benzer "bilimsel belirsizliği" taşımaktadır. Tasarım sıkıntıları nedeni ile "bilinbilir bir olasılığın" gösterilememesi söz konusudur. Bunun yanı sıra GDO'lara ilişkin risk değerlendirme sürecinde "istenmeyen her türlü etki"nin de incelenmesi istenmektedir. Bu "istenmeyen her türlü etki" başlığı da bilinmeyen bir olasılıklar kümesini tanımlamaktadır. Süreç; gerçek bir bilinemezlik sunmaktadır. "Bilimsel belirsizlik" açısından bir başka etken de zaman boyutudur. Geçmişin belirsiz zararlarının zaman içinde netleşmesinin örneklerinden biri olarak DDT'den bahsedilmiştir. GDO'lar açısından uzun erimli etkileri hakkında sonuca varmak henüz olası görünmemektedir.

Bilimsel belirsizlik, kimi zaman karar vericiler veya politika yapıcılar tarafından gerekçe olarak kullanılabilen, iş çevrelerinin baskısı altında, onların çıkarları doğrultusunda kararlar alınmasına neden olabilmektedir. Ancak sonradan tamir edilemeyecek hem çevresel hem de sağlık etkilerinin doğmasını engellemek açısından önleyicilik ilkesini esas almak özellikle 1980'lerden sonra özellikle çevre hukukunda kabul gören bir yaklaşım olmuştur. İhtiyat ilkesi de önleyiciliğin en gelişmiş şekli olarak tanımlanmaktadır. Buna göre; riskin varlığı bir kez saptandıktan sonra oluşabilecek zararlar buna sebep olarak gösterilen durum arasında neden sonuç ilişkisini gösterecek açık ve net kanıtlar olmasa da sonucun gerçekleşmesini önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır. Risk ve ihtiyat arasında seçim yapılmalı ve ihtiyat lehinde karar verilmelidir.³⁶

Sonuç

GDO'ların sağlık risklerinin saptanması beslenme epidemiyolojisi alanına içkin önemli kısıtlılıklar

taşımaktadır. Ayrıca; kısa erimli etkileri ortaya koymaya çalışan araştırmalarda karşılaştırılabilirliği olası kılacak şekilde standart tasarıma ve ileri analiz yöntemlerine gereksinim vardır. Uzun vadedeki etkilerini ortaya koyacak ve iyi planlanmış kohort araştırmaların gerekliliği ise mutlaklıdır. Zararsız olduklarını bilimsel bir özgüven ile söylemek şu an için olanaksızdır. Risklerin ortaya konmamasının, onların olmadığı anlamına gelmekten çok, bu etkileri ortaya koymakla ilgili araçlarımızın henüz yeterli olmamasıyla ilişkilendirmek bilimsel şüphecilik gerekliliği olup, ihtiyat ilkesi de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Söz konusu olan insan sağlığının yanı sıra nesilden nesile aktarılan ve aslında önceki nesillerin emaneti olan genetik kodumuzu korumakla ilgili yükümlülüğümüzdür. Bilimin görevi; toprağı, böceğı, bitkisi ve canlısı ile bir bütün olan ekolojik dengenin bu evrensel biyolojik deneyden nasıl etkileneceğinin ipuçlarını yılmadan aramaktır. Hem kısa erimli hem de uzak erimli etkilerine dair henüz net kanıtlar oluşturamadığımız bu deney, insandaki etkilerini öngörmek açısından bilimin elinin kolunun bağı kaldığı ve tahmin yürütemediğı sınırlılıklarla kuşatılmışken kendinden son derece emin bir şekilde "risksizdir" ve "tüketmek güvenlidir" demek cüretkar bir tahminden öte bir şey değildir. Bu aynı zamanda, sermayenin kazanımlarını artırmak uğruna toplumun sağlığını göz ardı etmek anlamına gelmektedir.

Kaynaklar

1. Codex Alimentarius Commission (CAC). Ad hoc intergovernmental task force on food derived from biotechnology. Report of the Codex Alimentarius Commission, Geneva, 2-7 July 2001. Alinorm Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization, Rome
<http://www.codexalimentarius.net/web/archives.jsp?year=01>
2. World Health Organisation (WHO). Food Safety Department, WHO. Modern food biotechnology, human health and development: an evidence-based study. 2005.
http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_en.pdf
(Erişim tarihi:27.03.2007)
3. World Health Organisation (WHO). 20 questions on genetically modified (gm) foods. 2007.
http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_en.pdf
(Erişim tarihi:27.03.2007)
4. Sen AK. Poverty and famine: an Essay on entitlement and deprivation. New York : Oxford University Press, 1981.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization(FAO/WHO).Strategies for assessing the safety of foods produced by biotechnology, a Joint FAO/WHO consultation, 5-10 November 1990. WHO, Geneva.
<http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/1990/en/>.
(Erişim tarihi: 02.08.2010)
6. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Safety evaluation of foods derived by modern biotechnology: concepts and principles. Paris: OECD, 1993.
<http://www.oecd.org/dataoecd/57/3/1946129.pdf>.
(Erişim tarihi: 02.08.2010)
7. Millstone E, Brunner E, Mayer S (1999). Beyond substantial equivalence. Nature 1999; 401: 525-526.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization(FAO/WHO) 2000. Safety aspects of genetically modified foods of plant origin. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived

- from biotechnology, Geneva, 29 May – 2 June 2000. WHO, Geneva.
- www.who.int/entity/foodsafety/publications/biotech/en/ec_june2000_en.pdf
- (Erişim tarihi: 02.08.2010)
9. Willett W. Nutritional epidemiology. 2. Edition. USA: Oxford University Press, 1998.
 10. European Food Safety Authority (EFSA). Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials, Report of the EFSA GMO Panel Working Group on Animal Feeding Trials, Adopted by the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on 12 September 2007, Food and Chemical Toxicology 2008;46:2-70

<http://www.agbios.com/docroot/articles/08-071-002.pdf>

(Erişim tarihi: 02.04.2010)

 11. Puska P, Vartiainen E, Laatikainen, Jousilahti, Paavola M. In: The North Karelia Project: From North Karelia to National Action. Helsinki: Helsinki University Printing House; 2009.
 12. International Agency for Research on Cancer (IARC/WHO). Agents Classified by the IARC Monographs, 2010: Volumes 1-100

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>

(Erişim 06.08.2010)

 13. Stockholm Convention on persistent organic pollutants. New York, NY, United Nations Environment Programme. 2001.

http://www.pops.int/documents/convtext/convtext_en.pdf

(Erişim tarihi: 02.06.2010)

 14. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). Safety assessment of foods derived from genetically modified animals, including fish, a joint FAO/WHO expert consultation on food derived from biotechnology, Rome, Italy, 17-21 November 2003. FAO/WHO, Rome.

http://www.who.int/foodsafety/biotech/meetings/ec_nov2003/en/

(Erişim tarihi: 12.02.2010)

 15. Gómez JAM, Barca AMC. Risk assessment of genetically modified crops for nutrition and health. Nutr Rev 2009; 67(1):1-16
 16. WMA Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 59th WMA General Assembly, Seoul, October 2008.

<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>

(Erişim tarihi: 29.03.2010)

 17. Saal VF, Hughes C. An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. Environ Health Persp 2005; 113(8): 926-933.
 18. Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK. Identification of a Brazil-Nut Allergen in Transgenic Soybeans. N Engl J Med 1996; 334(11): 688-692.
 19. Codex Alimentarius Commission (CAC). Principles for the risk analysis of foods derived from modern biotechnology. CAC/gl44-2003

http://www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXG_044e.pdf

(Erişim tarihi: 10.08.2010)

 20. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). Evaluation of allergenicity of genetically modified foods. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology, 22-25 January 2001. FAO, Rome. http://www.who.int/entity/foodsafety/publications/biotech/en/ec_jan2001.pdf

(Erişim tarihi: 02.04.2010)

 - 21. Ferreira F, Hirtenlehner K, Jilek A, Godnik-Cvar J, Breiteneder H, Grimm R et al. Dissection of immunoglobulin E and T lymphocyte reactivity of isoforms of the major birch pollen allergen Bet v1: Potential use of hypoallergenic isoforms

- for immunotherapy. *J Exp Med* 1996;183: 599–609.
22. Finamore A, Roselli M, Britti S, et al. Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice. *J Agric Food Chem* 2008; 56(23):11533-9.
23. European Food Safety Authority (EFSA). EFSA provides scientific advice on the use of antibiotic resistance marker genes in genetically modified plants 19 April 2004.
<http://www.efsa.europa.eu/en/news/news/gmo040419a.htm>
(Erişim tarihi: 10.04.2010)
24. European Food Safety Authority (EFSA). EFSA evaluates antibiotic resistance marker genes in GM plants, 11 July 2009.
<http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/gmo090611.htm>
(Erişim tarihi: 10.04.2010)
25. European Food Safety Authority (EFSA). EFSA GMO Panel reconfirms that the use of the nptII gene as a selectable marker in GM plants does not pose a risk to human or animal health or the environment, 13 April 2004.
<http://www.efsa.europa.eu/en/news/news/gmo070413.htm>
(Erişim tarihi: 27.03.2010).
26. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization (FAO/WHO). Safety assessment of foods derived from genetically modified microorganisms. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on foods derived from biotechnology, Geneva, 24–28 September 2001. FAO/WHO, Geneva.
http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/ec_sept2001.pdf.
(Erişim tarihi: 27.03.2010).
27. Fares NH, El-Sayed AK. Fine structural changes in the ileum of mice fed on delta-endotoxin-treated potatoes and transgenic potatoes. *Nat Toxins* 1998; 6:219-33
28. Ewen SWB, Pusztai A. Effects of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *The Lancet*. 1999; 354: 1353–1354.
29. Malatesta M, Caporaloni C, Rossi L et al. Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean. *J Anat* 2002; 201(5): 409–415.
30. Malatesta M, Biggiogera M, Manuali E, Rocchi MB, Baldelli B, Gazzanelli G. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem* 2003; 47(4):385-8.
31. Malatesta M, Tiberi C, Baldelli B, Battistelli S, Manuali E, Biggiogera M. Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem* 2005; 49(3):237-42.
32. Séralini GE, Cellier D, Vendomois JS. New analysis of a rat feeding study with genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity, *Arch Environ Contam Toxicol* 2007.
33. Lappe M, Bailey B. Alterations in Clinically Important Phytoestrogens in Genetically Modified, Herbicide-Tolerant Soybeans. *J Med Food* 1999;1(4). 1 july.
34. Purcell DF, Broscius CM, Vanin EF, Buckler CE, Nienhuis AW, Martin MA. An array of murine leukemia virus-related elements is transmitted and expressed in a primate recipient of retroviral gene transfer. *J Virol* 1996; 70(2):887-897.
35. Agodi A, Barchitta M, Grillo A, Sciacca S. Detection of genetically modified DNA sequences in milk from the Italian market. *Int J Hyg Environ Health* 2006; 209: 81-88.
36. Turgut N. İhtiyat ilkesi. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi 1996;45(1).