

Prof.Dr Haydar ÖZPINAR

İstanbul Aydın Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

İsmail Hakkı TEKİNER

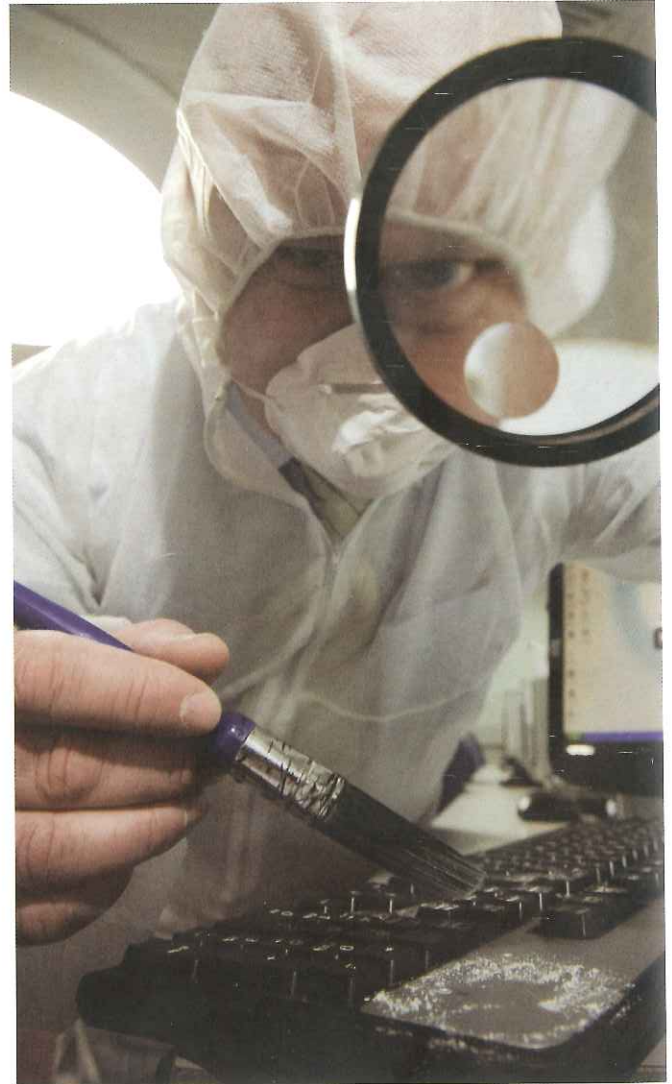
Kimya Mühendisi, Projeler Uzmanı

İstanbul Aydın Üniversitesi Proje Geliştirme Bölümü

GDO ve immün sistem

Laboratuvarında belli koşullar altında rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak belirli ve istenilen özellikleri determine eden gen fragmanlarının hedef hücreye aktararak yaratılan transgenik türlere "genetiği değiştirilmiş organizmalar" denilmekte ve kısaca GDO olarak adlandırılmaktadır. Çevre şartları ve parazitlere dayanıklı, besin içeriği bakımından daha zengin ve az maliyetli ürünler elde etmek amacıyla geliştirilmişlerdir. GDO ürün grubunu doğal gıdalardan ayıran en belirgin farklılık; binlerce yıllık doğa testinden henüz geçmemiş ve zararsızlığının kesin biçimde kanıtlanmamış olmasıdır. GDO'lar hakkında olumlu, olumsuz görüşler ve yayınlar bulunmaktadır. Ülkemizde ve dünyada gündemi meşgul eden ve merakla takip edilen bu ürünlerin ekonomik katkıları dışında; insan, doğa ve hayvanlar üzerinde olası etkileri hakkında doyurucu verilere ulaşmak gerekmektedir. Bir canlı, yapısına yabancı olan maddeleri tanıyabilme ve mücadele etme özelliklerine sahiptir. Antijen adı verilen yabancı maddelerin organizmaya girmesi ile başlayan immün yanıt olayında, birçok sistem, organ ve hücre görev alır. GDO'ya eklenmiş olan genin kodladığı proteinle beslenen canlılarda, canlının doğal diyetinde bulunmayan bu proteine veya sindirim ürünlerine karşı bir immün cevap oluşup oluşmadığı sorusunun kesin cevabı henüz bilinmemektedir. İmmün sistem ve enflamatuar süreç üzerine uzun dönem etkileri konusunda ayrıntılı bilimsel veri yoktur. Bu proteinin canlı vücut organizmada yabancı madde etkisi göstermesi ve immün sistemi uyarması ihtimalinin derinlemesine incelenmesi ve objektif sonuçlara ulaşılması gerekmektedir.

Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO), genetik mühendisliği ileri teknolojilerin kullanılmasıyla, doğal olmayan yollardan organizmalarda kalıtsal değişiklikler



yapılarak daha dayanıklı, haşerelere karşı dirençli, besin içeriği bakımından daha zengin, daha az maliyet ve emekle ürünler elde etmek amacıyla geliştirilmişlerdir, (30). Çok sayıda araştırmaya rağmen dünyanın pek çok ülkesinde tüketiciler tarafından hala şüphe ile karşılanmaktadır(3,20). GDO ürün grubunu doğal gıdalardan ayıran en belirgin farklılık, bu yöntemle elde edilmiş ürünlerin binlerce yıllık doğa testinden geçmemiş, dolayısıyla zararsızlığının kesin biçimde kanıtlanmamış olmasıdır(12). GDO, günümüzde insan ve hayvan beslenmesinde yerini almıştır. Ülkemizde ve dünyada gündemi meşgul eden ve kamuoyu tarafından merakla takip edilen teknolojik bir alandır. Objektif ve bilimsel tabanlı yaklaşarak bu ürünlerin ekonomik katkıları dışında; insan, doğa ve hayvanlar için olası etkilerini araştırmak ve doyurucu verilere ulaşmak gereklidir. GDO hakkında yapılan araştırmalar, iddialar ve ortaya konulan olgular, basit bir fayda-maliyet anlayışının ötesinde bir bilinçle, her adımın dikkatle atılmasını gerektiren bir yöntem olduğuna işaret etmektedir(10,29). Ampirik çalışmalar, GDO'ların insan sağlığına zarar verdiğini gösteren bir örneğe rastlanmadığına işaret etse de (1,8,17,26,30) bir çok örgüt ve akademisyen olguları ortaya koyarak bu iddiaya karşı çıkmaktadır(13,22,31). Laboratuvar seviyesinde ve steril ortamlarda yapılan deneysel araştırmalar, uzun vadede ve ekosistemle etkileşime girdikten sonra olası etkileri hakkında öngöründe bulunmak açısından tatmin edici bilgi vermekten uzaktadırlar(3,12,20).

Bu ürün grubunun güvenilirliği üzerine araştırmalar;

- (a) Sağlık üzerine etkileri
- (b) Alerjik reaksiyonlar oluşturabilme,
- (c) Antibiyotiklere karşı direnç geliştirme,
- (d) Beslenme üzerine etkileri,
- (e) Gen stabilitesi
- (f) Beklenmeyen diğer etkileri üzerine devam ettirilmektedir.

İnsan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri ise üç ana başlıkta tartışılmaktadır:

- (a) İmmun yanıt,
- (b) Alerjik reaksiyonlar oluşturabilme
- (c) Gen transferi.

GDO'nun sağlık üzerine etkilerini anlayabilmek için, ABD, AB Ülkeleri, Japonya ve diğer Uzak Doğu Ülkeleri'nde bilimsel araştırmalara devam edilmektedir (14,15,18,21). WHO (Dünya Sağlık Örgütü) 2002 sene-

sinde yayınlamış olduğu bültende bu ürün grubunun risk değerlendirmelerini geçmiş olduklarını bildirmiştir. Bu net açıklamaya rağmen bu alanda son on sene içinde insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri hakkında literatür taraması yapıldığında, zaten bakılması gereken besin performansı gibi genel konular üzerinde kısa süreli çalışıldığı tespit edilmiştir(3,12). Bazı araştırmacılar bu sonuçlarını eleştirmekte olup(16,29); EPA Guidelines Food Toxicity 1998, FDA 2000 ve OECD 2007 vb prosedürlerde mevcut olan deneysel talimatlara tam olarak uyulmadan yapılmış oldukları üzerinde durmaktadırlar. GDO'nun risk değerlendirmeleri immün yanıt, toksik ve alerjik özellikleri ve beslenme fizyolojisi üzerinde de durmalıdır. Beslenme Fizyolojisi ve Tıp Bilimleri alanlarında bu konunun derinlemesine incelemesini yapmak; hayvan ve insan sağlığı üzerinde olası etkileri hakkında objektif bilimsel sonuçlara ulaşmak; gıda güvenliği ve risk değerlendirmesi

açısından yeni ve geçerli tekniklerin geliştirilmesi için tartışma zemini hazırlamak; kamu ve özel üniversitelerden oluşan proje ortaklarının mevcut araştırma altyapılarını etkin kullanarak bilimsel güvenilirliklerini yükseltmek; GDO konusunda uluslararası tespit yapabilecek bir konuma gelmek ve insanlarımızı genetik mühendisliği hakkında yeter düzeyde objektif bilgi ve duyarlılığa sahip kılacak

etkinlikler ile aydınlatmak teşvik edilen ve desteklenen kritik amaçlar olmalıdır.

Risk Değerlendirmeleri

Gıdalarda biyoteknolojik ve proteomiks uygulamalarının yeni olduğunu; GDO'lu ürünlerle beslenmenin hayvan ve insan organizmasına olan etkisinin henüz yeterince hücresel düzeyde ve uzun süreli araştırmalarla incelenemediğini vurgulamak durumundayız (3). Besi performansı açısından doğal ürünlere eşdeğer kabul edilen GDO'lu ürünler genomiks, proteomiks ve metabolomiks açılardan da benzer çalışmalar ile derinlemesine araştırılmalıdır. İlaçlar, kimyasallar ve haşere öldürücüler için risk değerlendirmeleri yaklaşık iki sene sürmektedir ve insan ve gelişmiş omurgalıların sağlığına etkileri daha iyi bir şekilde ortaya konulabilmektedir. GDO ile deney hayvanları kullanılarak yapılan araştırmalar ise üç aylık dönemde yapılmakta ve çıkan sonuçlar çoğu kez yeterli bulunmadır(25). Bu araştırmalarda da çoğunlukla doku kalıntıları ve besi performansları gibi parametreler incelenmektedir. Beslenme fizyolojisi, gıda güvenliği ve sağlık arasında yakın ilişki olduğu gerçeğinden yola çıkarak; bu ürünlerin doğal olmayan yolla yabancı bir türden gen aktarılmış yapısının immün sistem üzerine etkisini incelemek ve ara- larındaki sebep sonuç bağlantılarını anlamaya çalışmak

GDO ürün grubunu doğal gıdalardan ayıran en belirgin farklılık, bu yöntemle elde edilmiş ürünlerin binlerce yıllık doğa testinden geçmemiş, dolayısıyla zararsızlığının kesin biçimde kanıtlanmamış olmasıdır.

Araştırma

gerekmektedir. İmmunite, canlı organizmanın kendine yabancı olan maddeleri (antijen) tanıyarak etkisiz hale getirebilme ve/veya yok edebilme yeteneğidir. GDO'ya aktarılan gen ekseriyetle özel subsrat gereksinimi olan bir tip enzimdir. Bu noktadan hareketle; GDO'lu ürünlerin immün cevap oluşturma yeteneği olması durumunda antijen kapsamına gireceğidir. Sonuç olarak immün sistem duyarlılık reaksiyonları gösterecektir.

İmmün Sistem

Bir canlı, yapısına yabancı olan maddeleri (antijenleri) tanıyabilme ve mücadele özelliklerine sahiptir. Antijen adı verilen yabancı maddelerin organizmaya girmesi ile başlayan ve birbiri ile ilişkili birçok biyolojik reaksiyonun meydana geldiği immün yanıt olayında, birçok sistem, organ ve hücre görev alır. Organizmanın kendisine yabancı olanı ayırt etme ve reaksiyon verebilme özelliği nedeniyle, antijen dediğimiz bu maddelerle karşılaştığında birçok biyolojik olay meydana gelir. Organizmada nasıl çeşitli görevler yüklenmiş sistem ve organlar varsa, vücut savunmasını üstlenmiş organ, doku ve hücreler de mevcuttur. Bağışıklık olaylarında rol alan ve bağışık yanıtı oluşturan bu organ ve hücrelere immün sistem diyoruz. Bağışık yanıtta rol alan lenfoid organlardan santral olanlar kemik iliği ve timus'dur. Santral organlar başta lenfosit olmak üzere bağışık yanıtta rol alan hücrelerin yapım ve farklılaşma yeridir. Periferik lenfoid organlar ise (lenf düğümü, dalak, mukozalarla ilgili lenfoid doku) bağışık yanıtta rol alan hücreleri bulduran, antijenle ilk karşılaşan ve immün cevabın oluştuğu yerlerdir. İmmün hücreler kemik iliğindeki kök hücreden farklılaşarak gelişirler. Kemik iliği kök hücrelerinin immünolojik olarak etkin hücre haline gelebilmesi için önce santral lenfoid organlarda olgunlaşması gerekir. Gelişimi tamamlanan, olgun lenfositler daha sonra periferik lenfoid organlara gidip yerleşerek antijenle karşılaşmayı bekler ve gerektiği zaman (antijenle karşılaşınca) bağışık yanıt oluştururlar. Kemik iliği (Kİ), tüm kan hücrelerinin yapım yeridir. Kİ'nde ana (kök) hücrelerden farklılaşarak oluşan immün hücreler kan dolaşımına karışarak ilgili organlara giderler. Timus, Kİ'de kök hücreden farklılaşan lenfosit öncü hücrelerinin olgunlaşarak bağışık yanıt oluşmasına destek veren önemli bir organdır. Periferik lenfoid organlar; santral lenfoid organlarda farklılaşan, olgunlaşan ve immünolojik reaksiyonlar için hazır hale gelen olgun T ve B lenfositlerin yerleştiği organlardır. Kısaca immün hücreler santral organlarda oluşur, periferik organlarda görev yaparlar. Vücudun çeşitli yerlerinde dağınık veya küçük gruplar halinde bulunan lenf düğümleri antijene karşı bağışık yanıt oluşturmaktadır. Dalak, bir immün sistem

organı olarak hücrenel ve humoral bağışık yanıt oluşturarak vücut savunmasına katılır. Ayrıca güçlü fagositik işlevi ile kanı yabancı ve zararlı parçacıklardan özellikle mikroorganizmalardan) temizler; Mukoza ile ilgili lenfoid dokular, yabancı antijen veya mikroorganizmaların en sık giriş yolları olan sindirim, solunum ve genitoüriner sistem mukozalarının altında bulunmaktadır. Enfeksiyonlara karşı korunmada ve yerel bağışıklıkta mukozaya ile ilgili lenfoid dokuların önemi oldukça fazladır.

İmmün Yanıtta Rol Alan Hücreler

Makrofajlar, fagositik aktivite gösteren hücrelerdir. Vücudumuzda doku ve organlarda yaygın olarak bulunurlar. Makrofajlar, organizmada ya fagositoz işlevleri ile temizlenmesi gereken maddeleri ortadan kaldırarak vücudun özgül olmayan savunmasında önemli bir rol alırlar, ya da antijen sunuculuk görevi yaparak bağışık yanıtın başlamasını sağlarlar. Lenfositler, İmmün sistemin çok önemli hücreleridir. Kemik iliğindeki kök (stem) hücrelerden gelişirler. Santral lenfoid organlarda (Timus veya kemik iliği) olgunlaşırlar. Kan yoluyla periferik lenfoid doku ve organlara giderek özel bölgelerine yerleşirler. Doğal Öldürücü Hücreler, Lenfoid hücreler arasında, enfekte veya yabancı hücreleri öldüren büyük granüllü lenfosit"de denen hücrelerdir. NK hücreleri, önceden tanıyıp, duyarlı hale gelmeden hedeflediği hücreleri doğrudan tahrip edebilme yeteneğindedirler. Hedef hücreleri genellikle mantar, parazit, bakteri özellikle de viruslarla enfekte hücreler ile tümör ve transplante doku hücreleridir.

Domingo (2007); GDO'lu ürünlerin insan ve hayvan sağlığı üzerine son on yıl zarfında toksik riskleri hakkındaki çalışmaların azlığına dikkat çekmişti ve çoğu yayının bu ürünleri üretmekte olan firmalarca yayınlanmış olduğunu belirtmiştir.

Akut Faz Yanıtı

Hücrelerin tahribi, yangı, enfeksiyon ve hatta gebelik gibi uyarıcılar sonucu vücutta bazı proteinlerin üretiminde bir artış meydana gelir. Böyle durumlarda plazmadaki konsantrasyonu % 25'ten fazla artar ve çoğu karaciğer orjinli olan proteinlere akut faz proteinleri adı verilir. Akut Faz Yanıtı, stres ya da bir travmanın olumsuz etkilerine karşı organizmayı hazırlıklı hale getirmek amacıyla oluşan bir dizi reaksiyondur. Birkaç akut faz proteininin plazma konsantrasyonundaki değişiklik, akut faz yanıtı boyunca meydana gelen kompleks fizyolojik reaksiyonların sadece bir kısmıdır. Sitokinler, bu akut faz proteinlerinin sentez ve düzenlenmesinde rol alan uyarıcı (polipeptidler) faktörlerdir. Hücrelerdeki reseptörlere bağlanarak hücre proliferasyonunu (çoğalma) stimüle ederler (uyarırlar). Ortaya çıkan immün yanıt; sitokin mRNA, sitokin üretimi yada sitokin reseptör üretimi ile belirlenir. Sitokin mRNA ya da sitokin reseptör üretiminde ve ekspresyonunda artma ve/veya azalma immün yanıtın bir göstergesidir. IL-1, IL-6 ve TNF-, proinflatuvar sitokinlerdir.

İnflamatuvar değişikliklerin oluşmasında, patojenin eliminasyonunu sağlayan hızlı bağışıklık yanıtının ortaya çıkmasında rol alırlar. IL-1; IL-1a ve IL-1b olmak üzere iki alt tipi vardır ve aktive edilmiş monosit ve makrofajlar tarafından üretilir. IL-6, bir çok işlevi olan ve hedef hücreye bağlı olarak büyümeyi uyaran etkinliğe sahiptir. IL-6'nın başlıca işlevleri arasında immünglobülin salınımı, hepatik akut faz yanıtına yol açma, makrofajlar ve T hücrelerinin etkileşmesi ve farklılaşması ile nöronal farklılaşma sayılabilir. Tümör nekroz faktörü (TNF) (tumor necrosis factor), birçok hücre tipi tarafından salgılanan ve kanserli hücrelerin yıkımını sağlayan bir sitokindir. Protein mekanizması üzerine etkilidir. Akut faz reaksiyonu sinyallerinin iletilmesini de düzenler.

GDO ve İmmun Sistem

1980 ve 2006 seneleri arasında PubMed Veri tabanında "GDO Ürünler, Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar, Transgen Gıdalar" anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapıldığında toplamda 8311 adet yayına ulaşılmaktadır. Ancak GDO'lu ürünlerin insan ve hayvan sağlığına olası etkileri hakkında yalnızca 972 adet yayın bulunabilmiştir. Bu dönem ve 2006 sonrası yıllarda yayınların çoğu GDO'lu ürünler hakkında gıda güvenliği ve risk değerlendirmelerini irdeleyen genel çalışmalardır. Hug (2008) GDO'nun gün geçtikçe yaygınlaşan üretim miktarlarını göz önüne alarak; Uluslararası ve Avrupa Birliği yasal ve teknik düzenlemelerini incelemiştir. Bu ürünlerin, avantaj ve dezavantajlarının yanında, biyoteknolojinin kamu sağlığı için geliştirilmesi ve yönetilmesini sağlayacak tavsiyelerde bulunmuştur. Oeschger(2007); araştırmasında yabancı genlerin gıdalarda kullanılmasının çoğu insanı kaygılandırıldığını; GDO üreticisi şirketlerin kamuoyu endişeleri giderecek bir kontrol sistemi geliştirmek için yoğun çalışmaları sürdürdüğünü bildirmiştir. Celec(2005); GDO'nun çevresel etkileri olabileceğini de göz önünde

bulundurarak; alerjik tepkiler, yatay gen transferi sorunlarına ilişkin biyomedikal çalışmalar yapmış ve risk değerlendirmesi yöntemleri geliştirmiştir. Chao(2008) genetiği değiştirilmiş mısır içeren ürünlerde toksik, besleyici özellikleri ve alerjik etkiler üzerine bir değerlendirme şablonu geliştirmiştir. Séralini(2007); sağlık risk değerlendirmeleri üzerine bir çalışma yayınlamış; GD Mısır güvenli bir üründür denemeyeceği sonucuna varmış ve daha iyi anlayabilmek için uzun araştırma sürelerine ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir. EFSA (2008); Genetiği değiştirilmiş mısır, soya, yağlı tohumlar ve pamuk gibi ürünler için güvenilirlik prosedürleri üzerine çalışmıştır. WHO(2002) senesinde yayınlamış olduğu bültende GD Organizmaların risk değerlendirmelerini geçmiş olduklarını bildirmiştir. Bu net açıklamaya rağmen karşı görüşte olanlar ve/veya detay araştırmalar yapılmasını bildirenler arasında tartışma devam etmektedir. Literatürde GDO hakkında yayınların üç başlık altında toplandıkları görülmektedir;

- (a) GDO Kullanımını Destekleyenler,
- (b) GDO'ya Karşı Çıkanlar ve
- (c) Daha uzun süreli ve detaylı araştırma yapılması gerektiğini ifade edenler.

Kim.SH (2006) ;Kore'de çok tüketilen EPSPS transgeni taşıyan soya bitkisi üzerine yaptığı araştırmasında doğal soya ve GDO Soya arasında alerjik etkilerin benzer olduğu sonucuna ulaşmıştır. Hashimoto (1999); genetiği değiştirilmiş patatesle dört hafta beslenmiş sıçanlarda immüne sistem organları olan karaciğer ve böbreklerin patolojik muayenelerinde farklılığa rastlanmadığını bildirmişlerdir. Rhee et al. (2005) ve Brake (2004) ; sıçanlarda bu tür ürünle beslenen sıçanların reproduksiyon yeteneklerinde olumsuz değişim görülmediğini bulmuştur. Transgenik Mısır Diyeti ile bir aydan dört aya kadar beslenmiş olan tavuk ve domuzlarda; Brake (1998); toksik bulgulara rastlamamıştır. Teshima et.al (2002) ;sıçanlar-



Araştırma



da çalışmış deney sonunda fiziki gelişimlerinde, karaciğer ve böbrek ağırlık ölçümlerinde ve kanda serum IgE ve IgG değerlerinde bir farklılık bulmamıştır. Kılıç.A (2008); GDO mısır diyeti ile beslenen sıçanlar üzerinde çalışmış ve Teshima (2000) ile benzer sonuçları açıklamıştır. Tutel'ian et al. (1999); sıçanları beş ay kadar GDO Mısır diyeti ile 1,25 gr/kg-gün dozla beslemiştir. Deney bitiminde kan, karaciğer ve ürede testler yapmıştır. Kanda, toplam protein, şeker, aminotransferaz ve alkali fosfat seviyelerine bakmıştır. İdrarda pH, dansite ve kreatinin değerlerini ölçmüştür. Karaciğerde ksenobiyotik metabolizma 1. ve 2. fazların hepatik enzim aktivitesini test etmiştir. Çıkan sonuçların fizyolojik sınırlar içinde kaldığını açıklamıştır. Schroder et.al (2006); sıçanları genetiği değiştirilmiş pirinç ile doksan gün beslemiştir. Deney süresince sıçanların genel davranışlarında anomali görmediğini; Hematolojik parametreler WBC, RBC, PLT, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC ve Biyokimyasal Parametreler sodyum, potasyum, kolesterol, protein, albumin, kreatinin ve glukoz testlerini yapmış; beyin, kalp, böbrek, karaciğer, lenf nodülleri, pankreas, mide, testisler, tiroid organ ve dokularının ağırlıklarını ölçmüş ve patolojik muayene yapmıştır. Analizlerin bitiminde Üre ve glukoz plazma yoğunluklarında ortalama %10 -%13 artış gördüğünü; ileumdan alınan örneklerde koliform bakteri sayısında yükselişi; ancak tüm bu değişimlerin kabul edilen değerler arasında kaldığını açıklamıştır. Aynı zamanda bu çalışmanın bir risk değerlendirmesini amaçlamadığını; yalnızca 90 gün süreli GDO ürünlerle beslenen deney hayvanlarındaki etkileri inceleyen paralel bir araştırma olduğunu belirtmiştir. Teshima (2000); sıçanları genetiği değiştirilmiş ve doğal soya diyetleri ile beslemiş ve immun sistem parametrelerindeki değişimleri incelemiştir. (1)Doğal ve genetiği değiştirilmiş yemlerin besin kompozisyonları arasında fark olmadığını; (2)Kontrol ve deneme grubundaki hayvanların karaciğer ve dalak büyüklüklerinin aynı kaldığını; (3)Karaciğer, dalak, thymus, spleen ve lenf modüllerinde patolojik anormalliklere rastlamadığını ve (4)Alerjik etkiler gözlemediğini açıklamıştır. Appenzeler et.al (2008,

2009); Sprague Dawley cinsi sıçanlarda genetiği değiştirilmiş mısır diyet ile besleme yapmış ve on üç hafta sonunda hematolojik ve biyokimyasal parametrelerini (RBC, MCV, MCH, MCHC; kan sayım analizörü ile WBC, lökosit, %Nötrofil, Eos, Bazofil, Lenfosit, Monosit, Eritpoez; biyokimya analizörü ile Serum Total Protein, Albumin/Globulin Oranı ve HPLC yardımıyla Serum Histamin Değeri; vücut ve organ ağırlıkları ile patolojik muayenelerini tamamlamıştır. Doğal ve genetiği değiştirilmiş diyetler ile beslenen hayvanlarda bu parametrelerde farklılıklar görmediğini bildirmiştir. Buna karşın Dona (2009); GDO ürünlerin deney hayvanlarında hepatit, pankreas ve böbrekler üzerinde toksik etkilere yol açtığını gösteren sonuçlara ulaşmıştır. Pustai (1999); Transgenik patatesi tüketiminin sıçanların gastrik mukoza ve ince bağırsakta bakteri sayısında artış gözlemiştir. Winnicka (2001); transgenik patates tüketen sıçanlarda beşinci haftasının sonunda monosit sayısı ve nötrofil % parametresinde yükseliş ölçüldüğünü paylaşmışlardır. Zhou (2004) doğal ve genetiği değiştirilmiş doğal pirinç diyeti ile beslediği 1 Kontrol ve 2 deneme grubundaki sıçanların pirinç ile beslenenlerin glukoz seviyelerinin doğal yemle beslenmiş olanlara göre daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Deneyin ikinci ayında deneme grubundaki sıçanların kırmızı kan hücreleri ve hemoglobin değerlerinden yükselme ve deneyin bitiminde yüksek monosit değerleri ölçmüştür. Finamore (2008), fareleri üzerinde genetiği değiştirilmiş mısır ve soya diyetleriyle otuz ve doksan gün beslemiştir. Transgenik bezelyenin CD4+Th2 Tip enflamasyona neden olduğunu raporlamıştır. T ve B tipi hücrelerde değişimler görmüştür. Deney sonunda sindirim sistemi CD4+, CD8+, %T değerlerinde olması gerekenlerden düşük ölçümler almıştır. IL-6, IL-13, IL-12p70, and MIP-1 parametrelerinde artış saptamıştır. GDO'lu ürünlerle beslenme ve immun yanıt parametreleri arasında yakın ilişki olduğunu açıklamıştır. Bu araştırmaların daha uzun süreli ve detaylı deneyler yapılmasını tavsiye eden araştırmacılar eleştiriler almıştır ve deneysel talimatlara tam olarak uyulmadan yapılmış oldukları bildirilmiştir. Chassy (2009) ve vanHaver (2008); genetiği değiştirilmiş organizmalarla beslenen deney hayvanlarının laboratuvarında düşük doz nedeniyle toksik ögeye az miktarda maruz kaldıklarını ve yan etkilerin gözlemlenmeyeceğini bildirmişlerdir. Domingo (2007); GDO'lu ürünlerin insan ve hayvan sağlığı üzerine son on yıl zarfında toksik riskleri hakkındaki çalışmaların azlığına dikkat çekmişti ve çoğu yayının bu ürünleri üretmekte olan firmalarca yayınlanmış olduğunu belirtmiştir. Lehrer (2005)'de GDO ürünlerin alerjik reaksiyonlara yol açmadığını ancak gıda güvenliği için araştırmaların ileriye dönük şekilde sürdürülmesini tavsiye etmişlerdir. Günümüzde gelinen noktada, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerinin tüketimleri neticesinde sağlık risk değerlendirmeleri yalnızca kompozisyon ve beslenme eşleştirmeleri açısından yapılmamalıdır. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin sağlık üzerine etkisini araştıran Bakshi (2003), araştırmaların ekseriyetle ciddi

sağlık sorunları olmayan canlılar üzerinde yapılmış olduğunu ve bu noktadan hareketle GDO'lu ürünlerin tüketim açısından güvenli oldukları kanısının yerleştiğine işaret etmiştir. Bakshi; bitkiler ve genetik mühendisliği uygulamalarının embriyonik aşamalarda henüz yeni olduğunu; biliminsanlarının GDO'lu ürünlerin fizyolojileri, genetikleri ve beslenme değerleri arasındaki ilişkileri tümüyle anlamadıklarını vurgulamıştır.

GDO ve immün sistem arasındaki ilişkileri derinlemesine inceleyecek bilimsel araştırmaları; beslenme kalitesi ve sağlıklı yaşam arasındaki ilişkinin anlaşılması; sürdürülebilir, yeterli ve dengeli beslenme, gıda girdilerinin ve ürün kalitesinin güvence altına alınması ve tüketici hakları açısından açık bir alan olarak görmektedir. Gıda güvenliği ve güvenilirliği konusunda gelişmiş ülkeler ve AB ülkeleri altyapısını tamamlamış durumdadır. GD Gıdaların uzun dönemde insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri konusunda daha doyurucu araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Literatürde mevcut yayınları incelediğimizde GDO ile beslenen canlılarda immün yanıt parametrelerini ölçecek yeni metod ve deneysel yöntemler hakkında yeterli çalışmaya rastlanmamıştır. GDO'da kontrolü laboratuvar koşullarında aktarılmış genin gıda alerjisini tetikleyecek olması durumunda; immün sistem akut faz parametrelerinde mRNA ekspresyon seviyelerindeki değişimi incelemiş araştırma bulunmamıştır.

Bu nedenle vücudumuza giren bu yabancı proteinin hücrelerde nasıl bir reaksiyona neden olduğunun daha detaylı incelenerek araştırılması gerekmektedir. ♦

Kaynaklar

1. Appenzeller L.M et.al, Subchronic feeding study of grain from herbicide-tolerant maize DP-Ø9814Ø-6 in Sprague-Dawley rats; *Food and Chemical Toxicology* 47 (2009) 2269–2280.
2. Aysun Kılıç, M. Turan Akay, A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 1164–1170.
3. Bakshi, A. (2003). Potential adverse health effects of genetically modified crops. *J. Toxicol. Environ. Health*, B 6:211–225
7. Brake D.G et.al, "Evaluation of Bt (Bacillus thuringiensis) Corn on Mouse Testicular Development by Dual Parameter Flow Cytometry" *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 2097-2102 2097.
8. Brake, J.et.al, (1998). Evaluation of transgenic event 176 "Bt" corn in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 77:648–653.
9. Celec P et.al, Biological and biomedical aspects of genetically modified food. , *Biomed Research and Publishing Group, Bratislava, Slovakia*, 2005.
10. Chassy, B. & Parrott, W, *Is This Study Believable? Examples from Animal Studies with GM Foods. In Agricultural Biotechnology*, pp. 9. University of California, Davis, Davis, California 2009.
11. Chao E, Krewski D., *A risk-based classification scheme for genetically modified foods;Regulatory Toxicology and Pharmacology Volume 52, Issue 3, December 2008, Pages 208-222*

12. Domingo JL, *Toxicity studies of genetically modified plants: a review of the published literature, Laboratory of Toxicology and Environmental Health, School of Medicine, Rovira I Virgili University, San Lorenzo, Reus, Spain, 2007.*

13. Dona A, Arvanitoyannis IS. (Health risks of genetically modified foods; *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Volume 49, Number 2, February 2009 , pp. 164-175(12)

14. EFSA, *The role of animal feeding trials Report of the EFSA GMO Panel Working Group on Animal Feeding Trials*, September 2007

15. EFSA GMO Panel Working Group on Animal Feeding Trials., *Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: the role of animal feeding trials*, *Food Chem Toxicol.* 2008 Mar;46 Suppl 1:S2-70. Epub 2008 Feb 13.

16. Finamore A, Roselli M, et.al, *Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice*, *J Agric Food Chem.* 2008 Dec 10;56(23):11533-9.

17. Hashimoto et.al, (1999a). *Safety assessment of genetically engineered potatoes with designed soybean glycinin: compositional analysis of the potato tubers and digestibility of the newly expressed protein in transgenic potatoes.* *J. Sci. Food Agric.*, 79:1607–1612.

18. Hug K, *Genetically modified organisms: do the benefits outweigh the risks?*, *Medicina (Kaunas)* 2008; 44(2)

19. Kim SH et.al, *Evaluating the allergic risk of genetically modified soybean*, *Y o n s e - i Med J.* 2006 Aug 31;47(4):505-12.

20. Lehrer S, Bannon GA, "Risks of allergic reactions to biotech proteins in foods: perception and reality" *Allergy* 2005; 60: 559–564.

21. Oeschger MP and Silva CE, *Genetically modified organisms in the United States: implementation, concerns, and public perception* *Adv Biochem Engin/Biotechnol* (2007) 107: 57–68

22. Pusztai.A et.al, "Genetically Modified Foods: Potential Human Health Effects" *CAB International 2003 Food Safety: Contaminants and Toxins.*

23. Rhee, G. S et.al, (2005). *Multigeneration reproductive and developmental study of bar gene into genetically modified potato on rats.* *J. Toxicol. Environ. Health*, 68:2263–2276.

24. Schroder, M et.al, *A 90-day safety study of genetically modified rice expressing Cry1Ab protein (Bacillus thuringiensis toxin) in Wistar rats.* *Food Chem. Toxicol.* 45:339–349.

25. Séralini GE et.al, *How Subchronic and Chronic Health Effects can be Neglected for GMOs, Pesticides or Chemicals* *International Journal of Biological Sciences*2009; 5(5):438-443.

26. Teshima R. Et.al, *Effect of Subchronic Feeding of Genetically Modified Corn (CBH351) on Immune System in BN Rats and B10A Mice; (National Institute of Health Sciences: 1_18_1, Japan, 2002.*

27. Teshima.R, Akiyama.H et.al, "Effect of Gm and Non GM Soybeans on The Immune System of BN Rats and B10A Mice" *Japan Food Hygiene Society Vol 41 No:3, 2000.*

28. Tutel'ian, V. A et.al, (1999). *Medical and biological evaluation of safety of protein concentrate from genetically-modified soybeans.* *Biochemical studies. Vopr. Pitan.*, 68:9–12 (in Russian).

29. van Haver et.al, *Safety and nutritional assessment of GM plants and derived food and feed: The role of animal feeding trials.* *Food and Chemical Toxicology*, 46, pp S2-S70 10.1016/j.fct.2008.02.008, 2008.

30. WHO Programmes and Projects, "20 Questions on Genetically Modified Foods", <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/20questions/en>, 2010.

31. Winnicka, A et.al,2001. *A note on the effect of feeding genetically modified potatoes on selected indices of nonspecific resistance in rats.* *J. Anim. Feed Sci.*, 10(suppl 2):13–18.

32. Zhuo, Q., Chen, X., Piao, J., and Gu, L. (2004b). *Study on food safety of genetically modified rice which expressed cowpea trypsin inhibitor by 90 day feeding test on rats.* *Wei Sheng Yan Jiu*, 33:176–179

Gıda güvenliği ve güvenilirliği konusunda gelişmiş ülkeler ve AB ülkeleri altyapısını tamamlamış durumdadır. GD Gıdaların uzun dönemde insan ve hayvan sağlığı üzerine etkileri konusunda daha doyurucu araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.