

RAPOR :

GIDA AMACIYLA İTHALİ İSTENEN GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ MON88017 MISIR ÇEŞİDİ VE ÜRÜNLERİ İÇİN BİLİMSEL RİSK DEĞERLENDİRME RAPORU

RAPORUN HAZIRLANIŞ GEREKÇESİ VE DAYANAKLARI

Bu rapor, Coleoptera böcek türlerine dayanıklı ve glifosat herbisitlerine tolerant genetiği değiştirilmiş (GD) **MON88017** mısır çeşidinin gıda amaçlı ithalatı için, 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu ve ilgili yönetmelik uyarınca Biyogüvenlik Kurulunun 03.03.2011 tarih ve 6 nolu kararı ile oluşturulan ve bu karar doğrultusunda görevlendirilen Bilimsel Risk Değerlendirme Komitesi tarafından hazırlanmıştır. Rapor hazırlanırken çeşitle ilgili bilimsel araştırmaların sonuçları, risk değerlendirmesi yapan muhtelif kuruluşların (EFSA, WHO, FAO, FDA vd) raporları ve ithalatçı firmaca dosyada sunulan belgeler ile farklı ülkelerde üretim ve tüketim durumları göz önünde bulundurulmuştur. Risk değerlendirmesi gen aktarım yöntemi, aktarılan genin moleküler karakterizasyonu ve ürettiği proteinin ifadesi, çeşidin muhtemel alerjik ve toksik etkileri, gıda işleme teknolojisi ile çevreye olası riskleri dikkate alınarak yapılmıştır.

İTHALATÇI KURULUŞ

TGDF(Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu İktisadi İşletmesi)

İTHAL EDİLMEK İSTENEN ÇEŞİT VE ÜRÜNLERİ

Coleopter mısır kurtlarına dayanıklı ve glifosat herbisitine tolerant genetiği değiştirilmiş **MON88017** kodu ile tanımlanan GD mısır ve ürünleri

ÇEŞİDİ GELİŞTİREN KURULUŞ

Monsanto

ÇEŞİDİN GELİŞTİRİLME AMACI VE ÜRETİMİ

Kültür bitkilerinin ışık, su ve besin maddelerine ortak olarak önemli oranda verim ve kalite düşüklüğüne neden olan yabancı otlarla mücadele genel olarak çapalama, elle yolma ve kimyasal herbisitlerle yapılmaktadır. Yapılan yoğun mücadeleye rağmen yine de yabancı otlar tarım alanlarında önemli oranlarda verim kaybına ve ürün kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Klasik ıslah yöntemleriyle bazı bitki türlerinde herbisitlere dayanıklı çeşitler geliştirilmiş olmakla birlikte, az sayıda türle sınırlı kalmıştır. Öte yandan son yıllarda geliştirilen biyoteknolojik yöntemlerle *bar/pat* veya *epsps* gibi genlerin bitkilere aktarılmasıyla glifosinat amonyum ve glifosat herbisitlerine toleranslı GD bitkiler kolaylıkla elde edilebilmektedir. Dünyada 2010 yılında geniş spektrumlu glifosinat amonyum ve glifosat herbisitlerine toleranslı (HT) soya üretimi 73 milyon hektara ulaşırken, HT kolza üretimi ise 7 milyon hektar civarında olmuştur (James, 2011). Aynı şekilde HT şeker pancarı ve yonca tarımı da yaygınlaşırken, son yıllarda hem böceklere dayanıklı (*Bt*) hem de HT mısır ve pamuk

bitkilerinin üretiminde önemli artışlar gözlenmektedir. Genel olarak HT bitkilerin üretildiği alanlarda verimde önemli artışlar gözlenmezken, seçici herbisitlerle mücadelesi zor olan bazı yabancı otların kontrol edilmesinde HT bitkiler başarılı bir şekilde üretilebilmekte ve verim artışı sağlanabilmektedir (Brookes ve Barfoot, 2008). HT bitkilerin getirmiş olduğu en önemli avantajlar ise işçilik, mekanizasyon ve akaryakıt maliyetlerindeki azalmadır (Özcan, 2011).

Son yıllarda böcek zararında meydana gelen artışlar, bitkisel üretimi tehdit eder hale gelmiştir. Böceklerle mücadele yapılmadığı takdirde, mısır, patates, pamuk, ve buğday gibi bitkilerin veriminde büyük ölçüde azalma meydana gelebilmektedir. Bu nedenle bu bitkilerde zararlı böceklerle karşı ilaçlama sayısı öngörülenin üzerine çıkabilmektedir. Yoğun ilaçlamaya rağmen, böcek zararının oluşturduğu ürün kayıpları %15-20 arasında değişebilmektedir. Zararlı böceklerle mücadelede kültürel ve biyolojik savaş yöntemleri kullanılsa da, en etkili ve yaygın olan yöntem kimyasal insektisit kullanımınıdır. Ancak, bitki kök, gövde ve meyvesi içerisinde gelişme gösteren zararlılara karşı bazen insektisit kullanımı etkisiz olabilmektedir. Öte yandan, tarım ilaçları içinde insektisitler çevre, insan ve hayvan sağlığını en fazla tehdit eden grup olarak değerlendirilmekte olup, insanlar tarafından ilaçlama sırasında ve ürünlerde kalıntı şeklinde alındığında geri dönüşümü olmayan biyolojik ve genetik hasarlara yol açabilmektedirler. Yoğun insektisit kullanımı ekonomik kayıplara neden olduğu gibi; toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine, arılar, toprak solucanları ve bitkisel üretim için gerekli olan faydalı böceklerle de zarar verebilmektedir. Ayrıca, zararlı böceklerin zamanla kullanılan insektisitlere karşı direnç kazanması sonucunda daha etkili ve toksik insektisitlerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır (Çakır ve Yamanel, 2005; Özcan, 2009). Klasik bitki ıslahıyla böceklerle dayanıklı tarla bitki çeşitlerinin geliştirilmesi de belirli türlerle sınırlı kalmaktadır. Diğer taraftan, *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisine ait delta-endotoksin proteinlerinin sentezinden sorumlu olan *cry* (kristal) genlerin bitkilere aktarılmasıyla, zararlı böceklerle karşı dayanıklı kültür çeşitleri geliştirilebilmektedir. Dünyada 2010 yılında böceklerle dayanıklı (Bt) mısır üretimi 46 milyon hektara ulaşırken, Bt pamuk üretimi 21 milyon hektarı bulmuştur. En fazla Bt mısır üretimi ABD, Arjantin, Kanada ve Güney Afrika gibi ülkelerde gerçekleşirken, Hindistan başta olmak üzere ABD, Çin ve Pakistan en fazla Bt pamuk üreten ülkelerdir. Bt mısır ve pamuğun yaygın olarak üretildiği ülkelerde dolaylı olarak verimde %30'lara varan artış sağlanırken insektisit kullanımında da önemli azalmalar gözlenmektedir (Qaim, 2009; Sadashivappa ve Qaim, 2009). Dayanıklı Bt pamuk ve mısır çeşitleri sayesinde insektisit ve ilaçlama için harcanan yakıt maliyeti en aza indirilerek, verim artışıyla birlikte ürün kalitesinde de önemli gelişmeler gözlenmiştir (Özcan, 2011).

Böceklerle dayanıklı ve herbisitlere toleranslı GD bitkilerin 2010 yılındaki toplam ekim alanı 29 ülkede 148 milyon hektara ulaşmış ve 57 farklı ülkede de yem ve gıda olarak tüketime sunulmuştur (James, 2011). GD bitkilerin yarıya yakını ABD'de üretilmekte olup, bu ülkeyi sırasıyla Brezilya, Arjantin, Hindistan, Kanada, Çin, Paraguay ve Pakistan gibi ülkeler takip etmektedir. Üretimi yapılan en önemli GD bitki türleri ise herbisitlere dayanıklı soya ve kolza ile böceklerle dayanıklı mısır ve pamuktur. 2010 yılında ABD'de üretilen soyanın %91'i mısırın %85'i ve pamuğun %88'i GD çeşitlerinden oluşmuştur. Aynı şekilde Arjantin, Uruguay ve Paraguay'da üretilen soya ile Kanada'da üretilen kolzanın ve Hindistan'da üretilen pamuğun %90'dan fazlasını GD çeşitleri oluşturmaktadır (James, 2011).

Bu başvuruda, Coleoptera mısır kurtlarına dayanıklı ve glifosat herbisitine tolerant **GD MON88017** mısır çeşidi ve ürünleri için gıda amaçlı ithal izni talep edilmektedir. MON88017 mısır çeşidinin ABD (2005), Kanada(2006), Brezilya (2010) ve Arjantin (2010) da kültürü yapılmaktadır. Avrupa Birliğinde 2009 da kültürü yapılan en önemli ürün olmuştur.

Bu mısır çeşidine esas olarak *Bacillus thuringiensis* ssp. *kumamotoensis*'e ait böceklere direnci sağlayan insektisit Cry3Bb1 proteinini üreten **Cry3Bb1** ve *Agrobacterium tumefaciens*'den izole edilen ve **glifosat** herbisitine toleransı sağlayan **cp4 epsps** genleri aktarılarak iki farklı yeni proteini üretmesi sağlanmıştır.

RİSK ANALİZİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu çeşitle ilgili bilimsel risk değerlendirilmesi yapılırken, çeşitle ilgili bilimsel araştırmaların sonuçları (alerjik ve toksijenik etki analizleri, genetik modifikasyonun stabilitesi, morfolojik ve agronomik özellikler, hedef dışı organizmalara etkisi vb.), risk değerlendirilmesi yapan uluslararası kuruluşların (EFSA, WHO, FAO, FDA, vd) raporları ve ithalatçı firmaca dosyada sunulan belgeler göz önünde bulundurulmuştur. Bu GD mısır çeşidiyle yapılan hayvan besleme çalışmaları da incelenerek, gıda olarak kullanımı sonucu ortaya çıkabilecek riskler değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çeşide ait tohumların kaza ile doğaya yayılarak yetişmesi halinde ortaya çıkabilecek tarımsal ve çevresel riskler de dikkate alınmıştır.

GD MON88017 mısır ve ürünlerine ait bilimsel risk analiz ve değerlendirmesi, bu çeşidin geliştirilmesinde kullanılan gen aktarım yöntemi, aktarılan genin moleküler karakterizasyonu ve ürettiği proteinlerin, besin değeri, muhtemel alerjik, toksik ve çevreye olası kaçıışı ile oluşabilecek riskler dikkate alınarak yapılmıştır.

- **Aktarılan genleri taşıyan vektörlerin yapısı ve gen aktarım yöntemi**

MON88017 mısır çeşidi *Bacillus thuringiensis* ssp. *kumamotoensis*'e ait böceklere direnci sağlayan tek kopya **cry3Bb1** ve *Agrobacterium* ssp **cp4 epsps** genleri ile proteinlerini içermektedir. Gen aktarımı, binari/ikili PV-ZMIR39 vektörünü taşıyan *Agrobacterium tumefaciens* ile yapılmıştır. Vektör T-DNA'sı, **cry3Bb1** ve **cp4 epsps** gen ekspresyon kasetlerini taşımaktadır. **Cp4 epsps** kasedi kloroplast transit peptidine bağlanmış ve *ract1* promotörü tarafından kontrol edilmekte ve NOS terminatörü tarafından sonlandırılmaktadır. **Cry3Bb1 geni ise** 5' ifade edilmeyen öncü buğday klorofil a/b bağlanma proteinini (*L-Cab*), çeltik aktin gen intronunu (*ract1*) ve e35S promotörünü ve hp protein (*T-Hsp17*) terminatörünü içermektedir (EFSA, 2009).

- **Aktarılan genlerin moleküler yapı, ekspresyon ve stabilite analizleri**

Yapılan Southern analizlerinde aktarılan DNA parçasının tek kopya halinde, tek lokusa yerleştiği ve bitki genomunun vektöre ait DNA parçası taşımadığı belirlenmiştir. Bitki genomuyla birleşme noktasında 26 bç uzunluğunda bir DNA parçasının eksildiği ve 20 bç uzunluğunda bir DNA'nın ise yerleştiği de PCR analizleriyle gösterilmiştir. Ancak bu değişim ve T-DNA'nın bitki kromozomuyla bütünleşmesi temel genlerin ifadelerini etkilememiştir. Ayrıca, MON88017 mısır

çeşidine aktarılan trans-genlerin moleküler ve genetik açıdan, farklı çevresel koşullar ile farklı genotiplerde ve kuşaklar boyunca kararlı olduğu gösterilmiştir.

Kimyasal Kompozisyon ve Tarımsal Özelliklerin Risk Analizi

- **Kimyasal Kompozisyon Analizi**

Tarla denemelerinden sağlanan bitkilerin farklı kısımlarında; protein ve diğer besin madde bileşenleri, mineraller (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, P, K, Na, Zn), vitaminler (folik asit, niasin, Vit B₁, Vit B₂, Vit B₆ ve vitamin E), amino asitler (alanin, arjinin, aspartik asit, sistein, glutamik asit, glisin, histidin, izölöysin, löysin, metiyonin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan, tirozin, valin) yağ asitleri, ADF, NDF, fitik asit, tripsin inhibitörleri, furfural ve ferulik asit, p-kumarik asit ve rafinoz analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde, GD MON88017 mısır çeşidi ile genetiği değiştirilmemiş eşdeğeri arasında farklılıklar (artma/azalma) gözlenirse de, bu farklılıklar doğal biyolojik değişim sınırları içinde kalmıştır (US Food and Drug Administration, 2005; CFIA, 2006; McCann ve ark, 2007; Poerschmann ve ark, 2009).

- **Tarımsal Özelliklerin Analizi**

Birden fazla çevre ve sezonda yapılan tarla denemeleri ile dormansi ve çimlenme, çıkış, vejetatif ve generatif büyüme, tohum tutma ve stres koşullarına tepki (hastalık, biyotik ve abiyotik stresler) gibi fenotipik ve tarımsal veriler toplanmıştır. GD MON88017 mısırın, GD olmayan eşdeğerine göre fenotipik ve agronomik performans özellikleri bakımından (geliştirilen yeni özellik hariç) benzer sonuçlar verdiği bildirilmektedir (EFSA, 2009). Morfolojik ve büyüme özellikleri incelendiğinde; MON88017 ve eşdeğerinde, çimlenme, püsküllenme zamanı, sap uzunluğu, kardeş sayısı, koçan yüksekliği, bitki yaş ağırlığı, olgunlaşma süresi ve hasat zamanı açısından değerlendirilme yapılmıştır. Çalışma sonucunda istatistiksel anlamda sap uzunluğu ve koçan çapı hariç incelenen diğer özelliklerde önemli bir fark gözlenmemiştir (JBCH, 2006). Ayrıca, Kanada (2003) ve ABD'de (2001, 2002, 2003) yapılan tarla denemelerinde de MON88017 mısır çeşidinin tarımsal özellikler bakımından GD olmayan eşdeğerine denk olduğu rapor edilmiştir (CFIA, 2006).

Sonuç olarak; MON88017 GD mısır çeşidi ile GD olmayan eşdeğeri arasında besin değeri, morfolojik ve tarımsal özellikler bakımından önemli bir fark bulunmamaktadır.

Toksisite /Allerjenite Risk Değerlendirilmesi

GDMON88017 mısır çeşidinde bulunan iki yeni protein güvenli olarak değerlendirilmektedir; CP4 EPSPS proteini denenmiş GD kanola, soya, patates ve diğer mısır çeşitlerinde de bulunmaktadır. Önceki değerlendirmeler CP4 EPSPS hayvanlara çok yüksek dozlarda uygulandığında bile toksik olmadığını göstermiştir ve insanda bu proteinin alerjik olmadığını da göstermektedir. Geniş çapta kullanımlar glifosat tolerant tarla bitkileri 10 yılın üstünde güvenle kullanılmakta olduğunu göstermektedir.

Cry3Bb1 varyant proteinin potansiyel toksik ve alerjik etkisi dikkate alınır, 1995 den beri tarımda güvenle kullanılmış olan Cry3Bb1 içeren Bt formülasyonların kayda

değer etkisi yoktur. İki ayrı akut toksisite çalışması MON88017 ve Mon 863 deki varyant protein Cry3Bb1 ile farelerde ayrı ayrı çalışılmış her iki çalışmada memelilere etkisi olmadığı doğrulanmıştır (Healy ve ark, 2008). Biyoinformatik çalışmalar, toksinler ve alerjenler olarak bilinen proteinler ile önemli aminoasitlerde her hangi bir benzerlik bulunmamış ve *in vitro* sindirilebilirlik çalışmalarında Cry3Bb1 varyantlarının midede çok hızlı parçalandığını göstermiştir. Ayrıca ısı işlem uygulaması Cry3Bb1 varyant proteini işlevsiz yapar. Elde edilen güçlü veriler Cry3Bb1 varyant proteinin toksik olmadığını ve insanlarda alerji oluşturmadığını göstermektedir.

MON88017 mısır çeşidinde CP4 EPSPS ve Cry3Bb1 proteinlerinin bitkinin farklı organlarında düşük oranlarda bulunduğu rapor edilmiştir. Tarla koşullarında CP4 EPSPS proteini en fazla 220 µg/g (yaş ağırlık) ile polende ve en düşüğe 5,1 µg/g (yaş ağırlık) ile danede bulunmuştur. Cry3Bb1 protein miktarı ise en fazla 76 µg/g (yaş ağırlık) ile genç yapraklarda ve en düşük de 13 µg/g (yaş ağırlık) ile yine danede bulunmuştur. MON88017 mısır danesinde toplam protein yaklaşık %12,5 olup, CP4 EPSPS ve Cry3Bb1 proteinlerinin danede ki toplam proteine oranı ise sırasıyla %0,0046 ve %0.012 olarak hesaplanmıştır (FSANZ, 2006).

Diğer bir çalışmada, Cry3Bb1 miktarları MON88017 mısır çeşidinin farklı gelişme dönemlerinde, üç yıl boyunca (2005-2007) değişik organlarda kuru ve yaş ağırlıklarına göre tayin edilmiştir. En yüksek Cry3Bb1 miktarı taze yapraklarda gözlenirken (228 µg/g ve 35 µg/g), en düşük polende (3,8 µg/g) bulunmuştur. Kökde, bitkinin olgunlaşmasına doğru Cry3Bb1 miktarı 130 µg/g'dan 30 µg/g'a düşmüştür. Diğer dokularda da önemli düşüşler gözlenmiştir. Üretilen toplam mısır biyokütlesi temel alındığında, hektar başına en fazla 905 g Cry3Bb1 üretildiği hesaplanmıştır. Bu çalışmada mısır bitkisi olgunlaştıkça ürettiği Cry3Bb1 protein miktarının azaldığı ifade edilmiştir (Nguyen ve Jehle, 2009).

CP4 EPSPS proteini birçok gıda ve yem de doğal olarak bulunan EPSPS proteinine eşdeğerdir. CP4 EPSPS proteini GD gıdalarda doğal eşdeğerinden çok fazla bulunmasına rağmen şu ana kadar sığan, fare, broyler, domuz, sığır ve kedi balığı gibi deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda toksik, alerjenik ve besinsel yönden herhangi bir olumsuz etkisi gösterilmemiştir (Peterson ve Shama, 2005).

Cry3Bb1 proteininin toksik ve allerjik etkisi konusunda çok sayıda araştırma yapılmasına karşın, memelilere olumsuz etkisi konusunda bir bulguya rastlanmamıştır. Ek olarak Cry3Bb1 proteini de dahil, Bt formları yıllardır tarımda güvenli olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, Cry1Bb1 proteini mide sıvısında hızlı bir şekilde parçalanmaktadır (Schnepf ve ark, 1998).

Fareler kullanılarak yapılan birbirinden bağımsız iki ayrı akut toksisite çalışmasında Cry3Bb1 proteini bulunan MON88017 ve MON863 mısır çeşitlerinin memelilere toksik olmadığı doğrulanmıştır. Biyoinformatik çalışmalar, bilinen toksin protein ve alerjenler ile önemli oranda bir amino asit dizilim benzerliğinin bulunmadığını göstermiştir. *In vitro* sindirilebilirlik çalışmalarında Cry3Bb1 proteininin midede hızlı bir şekilde parçalandığı saptanmıştır. Isı uygulanması gibi işlemler sonucunda da bu molekül ağırlığındaki proteinin allerjik etki oluşturması beklenmemektedir. Ayrıca Cry3Bb1 proteini yapısal olarak insan ve hayvan sağlığı ile ilişkili herhangi bir toksik ve farmakolojik aktif proteinlere benzememektedir (CERA, 2009).

MON88017 mısır çeşidinin morfolojik, hematolojik, biyokimyasal parametreler ve sistem biyomarkörleri üzerine etkileri irdelenmiş ve çalışma sonunda MON88017 mısır çeşidinin toksik etkisi saptanamamıştır (Tutellian ve ark, 2008; Tyshko ve ark, 2008).

Diğer bir çalışmada, 13 hafta boyunca diyetlerinde %11 ve %33 oranında MON88017 mısır çeşidi içeren yemlerle beslenen sıçanlarda sağlık açısından hiçbir olumsuz etki saptanamamıştır. Araştırmacılar sonuçta MON88017'nin geleneksel mısır hibrit çeşitleri gibi güvenli bir besin olduğu kanaatine varmıştır (Healy ve ark, 2008).

EPA (Amerikan Çevre Koruma Ajansı), Cry3Bb1 geni ile ilgili mevcut bilimsel verileri ve diğer ilgili bilgileri incelemiş ve saf Cry3Bb1 proteinlerinin yüksek düzeylerde uygulandığında bile memelilerde toksisiteye neden olmadığını ifade etmiştir. Cry3Bb1 proteinleri için 3 adet akut oral çalışma yapılmış ve söz konusu çalışma sonrasında, Cry3Bb1 proteininin insanlarda toksik etki göstermediği sonucuna varılmıştır. Farklı dozlar uygulanan 14 gün süreli çalışma sonucunda da, hayatta kalan farelerde, yaşamı sürdürme ve vücut ağırlık artışı ile ilgili klinik bulgulara rastlanmamıştır. Cry3Bb1 bir protein olduğu için alerjik olabileceği düşünülebilir. Bugünkü bulgular bilinen gıda alerjenlerinin asit ortama ve proteaza karşı dirençli olduklarını göstermektedir. Cry3Bb1 proteini ise, asit ortam olan *in vitro* mide sıvısında hızla (30 saniye) parçalanmaktadır. Ayrıca, glikolizasyona uğramadığı için de Cry3Bb1 proteininin gıda olarak alındığında alerjen potansiyeli yoktur (EPA, 2007).

Daha önce yapılan çalışmalarda hayvanlara yüksek dozda verilen CP4 EPSPS'nin toksik etkisinin olmadığı gösterilmiştir (CERA, 2009). 2011 EFSA yayınlarında, kültürün yapılması için olumlu görüşler bildirilmiştir. Buna karşın bu çeşidin taşıdığı insektisit özelliğine böceklerin direnç kazanması, glifosat kalıntısı içermesi ve risk taşıma olasılığının olması nedeni ile karşı görüşler de oluşmuştur.

Sonuç olarak; Cry3Bb1 ve CP4 EPSPS proteinlerini içeren GD MON88017 mısır çeşidinin içerdiği proteinlerin özellikleri de dikkate alındığında hayvanlarda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre toksisite/alerjenite yönünden genetik olarak değiştirilmemiş eşdeğeriyle benzer olduğu, ancak gıda olarak tüketilmesi durumunda özellikle glifosat kalıntısı içeriyorsa etkisinin henüz açıklanmamış olduğu sonucuna varılmıştır.

Çevresel Risk Değerlendirmesi

Genetik Değişiklikten Kaynaklanabilecek Yayılma Potansiyeli

Gen kaçışının potansiyel kaynakları tohum ve polen olarak bilinmektedir. Mısır tohumlarının hayvanlar aracılığıyla taşınması, tohum yapısı bakımından elverişsiz olup, tohumların doğaya kaçışının ancak yem işleme ve nakliye süreçleri sırasında gerçekleşebileceği düşünülmektedir (Nishizawa ve ark, 2009).

MON88017 mısır çeşidinin, kaynağı olan genetik olarak değiştirilmemiş mısır çeşidi ile hayatta kalma, üreme ve yayılma özellikleri bakımından, Coleoptera takımındaki böcek türlerine dayanıklılık ve glifosat herbisiti uygulaması dışında, herhangi bir fark göstermediği bulunmuştur (EFSA, 2009; JBCH, 2006). Ayrıca, genetik olarak

değiştirilmiş MON88017 mısır çeşidinde, istilacı özelliğe neden olacak herhangi bir genetik modifikasyona dair kanıt bulunamamıştır. Ek olarak Li ve ark. (2009) tarafından *Cyrsopa carnea* erginleri (faydalı-avcı böcekler) 28 gün boyunca MON88017 mısır ve GD olmayan mısır polenleri, pozitif kontrol olarak *Galanthus nivalis* agglutinini (GNA) ile beslenmiştir. Sonuç olarak erginlerin canlı kalma oranı, yumurtlama öncesi süresi, bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayısı ve kuru ağırlık yönüyle normal olup, GD mısırla beslenen gruplar arasında fark bulunmamıştır. Ancak GNA ile beslenen *Chyrsopa* erginleri yumurtlama öncesi dönemlerinin süresi, günlük ve toplam bırakılan yumurta sayıları yönüyle negatif olarak etkilendiği halde GD mısırın *C. carnea* erginleri üzerine olumsuz etkisi önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak; Bilimsel Komite, MON88017 mısır çeşidinin, çevreye yayılma potansiyeli yönünden genetik olarak değiştirilmemiş eşdeğeriyle benzer olduğu sonucuna varmıştır.

Bitkiden bitkiye gen kaçıışı

Mısır yabancı döllen bir bitki olup, polenler rüzgârla çevreye taşınabilmektedir (Treu ve Emberlin, 2000). Ancak yem amaçlı olarak MON88017'nin ülkemize girişi bitkiden bitkiye gen kaçıışının kaza ile çevreye yayılması ile mümkün olabilir (Nishizawa ve ark, 2009). Kültürü yapılan mısır çeşitlerinin ülkemizde yaygın olarak üretilmesi nedeniyle, MON88017 mısır çeşidinden yerel ve kültür çeşitlerine gen kaçıışı olasılığı bulunmaktadır (Lu ve Yang, 2009). Bununla beraber mısır tohumlarının ender olarak dormansi göstermesi ve sadece uygun koşullarda izleyen yılda çimlenmesi, tohumların yenmesi, çürümesi, kış zararı ve tarım uygulamaları nedeniyle fideler agro-ekosistemde canlılığını sürdürememektedir (EFSA, 2009). Bu nedenle, GD MON88017 mısır çeşidinin, glifosat kullanılan araziler dışında, diğer çeşitlere kıyasla daha uyumlu olabileceği düşünülmemektedir. Ayrıca Türkiye, yabancı mısır türlerinin doğal olarak yetişebildiği bir gen merkezi değildir. Yanlışlıkla doğaya yayılan GD MON88017 tohumlarından gelişen bitki polenlerinin yabancı mısır türleri ile çaprazlaşması ve dikey gen transferine neden olması söz konusu değildir (CFIA, 2006; EFSA, 2009; Özcan, 2009).

Bitkiden bakteriye gen kaçıışı

Genetik olarak değiştirilmiş MON88017 mısır çeşidinden üretilen besin ve yemlerde bulunan trans-genlerin, insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde ve doğada bulunan mikroorganizmalarla karşılaşma riski bulunmaktadır. Bitki DNA'sının memelilerin sindirim siteminde büyük oranda ve hızla parçalanmasına karşın, kalın bağırsakta DNA parçalarına rastlanabilmektedir (Eede ve ark, 2004). Öte yandan bu gen parçalarının prokaryot genomuyla birleşme olasılığının doğada rastlanılandan daha fazla olmadığı belirtilmektedir (Nielsen, 1998; Keese, 2008; EFSA, 2009). Ayrıca, GD MON88017 mısır çeşidinde antibiyotiğe direnç geninin bulunmaması ve aktarılan *cry3Bb1* ve *cp4 epsps* genlerinin ökaryotik hücrelerde işlev görece şekilde dizayn edilmeleri nedeniyle bu genlerin prokaryotlarda aktif olması da beklenmemektedir (Eede ve ark, 2004; EFSA, 2009; CERA, 2009).

Sonuç olarak; MON88017 mısır çeşidinin, ülkemizde üretiminin yapılmayacağı için kazayla oluşabilecek yayılmalar sonucu gelişen bitkilerden, kültürü yapılan mısır

çeşitlerine gen kaçıışının son derece düşük oranda olacağı beklenmektedir. Ayrıca sindirim sisteminde ve doğada bulunan prokaryotlara da gen geçişinin yok denecek kadar az olduğu sonucuna varılmıştır.

Gıda İşleme Teknolojileri

Mısır tohumu gıda sektörü için önemli bir hammaddedir ve çok sayıda gıda maddesinin bileşimine girmektedir. Mısırdan kırım sonrası ana ürünler olarak, mısır kepeği, mısır proteini, mısır özü ve nişasta elde edilmektedir. Kepek ve protein hayvan yemi olarak kullanılırken, mısır özü yağı eldesi amacıyla değerlendirilmektedir. Nişasta ise doğrudan nişasta veya modifiye nişasta olarak kullanılabilen, ya da çeşitli işlemlerden geçirilerek mısır şurupları, dekstrinler, şeker alkoller veya etanol gibi çok farklı ürünlere işlenebilmektedir.

Mısır ıslak veya kuru olmak üzere iki şekilde kırılır ve bu işlemlerde tamamen fiziksel yöntemler kullanılır. Önce mısır özü, daha sonra da nişasta ve protein ayrılır. Elde edilen nişasta, nişastanın jelleşme sıcaklığının altında, 50-60 °C'de kurutulur. Bu aşamada nişastada %0.4'e kadar protein kaldığı bilinmektedir.

Şurup elde etmek amacıyla nişastaya enzim (amilaz) uygulanır. Bu işlemde sonra, ürün 106-110°C'de 2-3 saat pişirilir. Şurup içerisinde bulunabilecek safsızlıklar farklı filtre veya iyon değiştirici reçinelerden geçirilerek alınır. Üründe bulunan su ise, evaporatörlerde yaklaşık 80°C sıcaklıkta kademeli olarak uzaklaştırılır.

GD mısır ve ürünlerini içeren gıdalar işlem görüp görmediklerine göre, ya doğrudan aktarılan gen tarafından sentezlenen Cry toksinlerini, CP4 EPSPS ve PAT enzimlerini veya uygulanan işlemin etkinliğine göre, söz konusu DNA parçalarını farklı boyutlarda içerebilmektedir. Gıda işlemede kullanılan öğütme, yüksek basınç ve sıcaklık gibi fiziksel işlemler ile pH gibi kimyasal etmenlerin DNA'nın yapısı ve bütünlüğünü negatif yönde etkilediği bilinmektedir. Isı uygulaması ile geri dönüşümsüz olarak gerçekleşen denatürasyon sonucunda PCR ile düşük miktarda saptanabilse de, beslenmede DNA moleküllerinin bakteriye geçişi söz konusu değildir. Farklı gıdalarda PCR ile yapılan DNA çalışmalarına göre, un gibi öğütülmüş bazı tahıllarda yüksek molekül ağırlıklı DNA parçaları elde edilebilmiştir. Buna göre öğütme ve parçalamanın DNA'nın bütünlüğüne önemli bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Rizzi ve ark, 2012).

DNA yüksek sıcaklıklarda fiziksel parçalanmaya uğramaktadır. Sıcaklık 100°C'nin üzerine çıktığında, DNA'da önemli düzeyde parçalanma gözlenmiştir (Lindahl, 1993; Herman, 1997). Mısır tanesi 94°C'den daha yüksek sıcaklıklarda en az 5 dakika ısıtıldığında da DNA parçalarına ayrılmıştır (Chiter ve ark, 2000). Gawienowski ve ark. (1999) PCR ile yaptıkları araştırmada, mısırın ıslak kırımı sonucunda nişastada, ruşeyimde, glutende ve kepekte DNA belirlemişlerdir. 135°C'de 2 saatlik kurutma sonunda ise, DNA'nın parçalandığı ve belirlenemeyecek düzeye düştüğü ifade edilmiştir.

Isı ile birlikte düşük pH da, DNA'nın parçalara ayrılmasına neden olmaktadır. Bir diğer çalışmada ise, polenta (mısır unu ile yapılan bir çeşit İtalyan yiyeceği) hazırlanmasında uygulanan 65 dakikalık kaynatmanın "amplifiable DNA"nın %40'unu

azalttığı vurgulanmıştır (Rizzi ve ark, 2003). Buna karşın mısırdan elde edilen polenta ve diğer fırıncılık ürünlerinde büyük DNA parçalarının elde edilebildiği de rapor edilmiştir (Hupfer ve ark, 1998; Lipp ve ark, 2001; Rizzi ve ark, 2001). Benzer bulgular soyadan elde edilen soya sütü ve tofuda da bulunmuştur (Bauer ve ark, 2003). Soya protein konsantresi (Meyer ve ark, 1996), domates ürünleri (Hemmer, 2002) ile mısır ve patates cipsi (Bauer ve ark, 2004; Rizzi ve ark, 2003) gibi ileri düzeyde işlenmiş gıdalarda 200-400 baz çiftlik DNA dizilimleri elde edilmiştir. Fakat şeker ve bitkisel yağlar gibi rafine ürünlerde DNA belirlenememiştir (Klein ve ark, 1998; Gryson ve ark, 2002; Pauli ve ark, 2000). Soğuk preslenmiş bitkisel yağlar ile mısır nişastasında DNA kalıntılara rastlanmıştır (Hellebrand ve ark, 1998; Vaitilingom ve ark, 1999; Smith ve Maxwell, 2007). Buna karşın maltodekstrin ve glukoz şurubu gibi nişasta türevlerinde genel olarak DNA belirlenememektedir (Meyer, 1999). Mısır yağı, protein tozu ve nişastasını da içeren ileri derecede işlenmiş 11 genetik modifiye ürün üzerinde yapılan bir diğer araştırmada da, %0.005 hasasiyetle rafine yağlar dışındaki tüm ürünlerde transgenik DNA parçaları bulunmuştur (Jinxia ve ark, 2011).

Yağ rafınasyonunun DNA üzerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla yapılan çalışmalarda, soya, kolza ve mısır yağları kullanılmıştır. Soğuk preslenmiş kolza yağlarında 350 baz çiftine kadar bitkiye özgü DNA parçaları tespit edilmiştir (Hellebrand ve ark, 1998). Pauli ve ark (1998) ise ham soya yağını 14000 g'de 15 dakika santrifüj ettiğinde DNA seviyesinin 10^4 faktöründe azaldığını belirtmişlerdir. Pauli ve ark. (2000) rafine mısır yağında çeşide özel zein geni bile belirleyememişlerdir.

Ham yağlarda yüksek konsantrasyonda ve değişik uzunlukta DNA parçaları bulunmasına rağmen; rafınasyonda ilk aşama olan yapışkan maddelerin alınması işleminin DNA'yı uzaklaştırmada en önemli uygulama olduğu, çünkü DNA'nın su fazında yoğunlaşarak işlem sonunda lesitin-su fraksiyonunda kaldığı ifade edilmiştir. Fiziksel rafınasyonda ise asit-degumming işlemi uygulanmış ve bu işlemde sonra DNA'nın belirlenebilecek düzeyin altında kaldığı saptanmıştır. Bu çalışmalarda, yapışkan maddelerin alınması işleminden sonra yağda kalıntı DNA bulunamamıştır (Padgett ve ark, 1996; Pauli ve ark, 1998; Gryson ve ark, 2002; Gryson ve ark, 2004). Buna karşın, analiz için kullanılan örnek miktarı 5 g yerine 200-300 g'a çıkarıldığında DNA peletleri elde edilebilmiş ve kalıntı fosfor ile kalıntı DNA arasında ilişki bulunmuştur. Bu bulgular, yapışkan maddelerin alınması işleminin kalıntı DNA'yı tümüyle uzaklaştırmadığını; test edilecek örnek miktarı artırılarak pozitif PCR sonuçları alınabileceğini göstermektedir. Nitekim, bu yöntemler kullanılarak, rafine yağlarda, aktarılan genleri de içeren, çok kısa (yaklaşık 100 baz çifti) DNA parçaları belirlenebilmiştir (Bogani ve ark, 2009; Costa ve ark, 2010a; 2010b).

GENEL SONUÇ ve ÖNERİLER

Bilimsel Komite, **GD MON88017** mısır çeşidinin gıda olarak kullanım amacıyla ithal edilmesinin potansiyel risklerini değerlendirmiştir. MON88017 mısır çeşidine biyoteknolojik yöntemlerle aktarılan genlerin yapısı, DNA dizilimi, promotör ve terminatör bölgeleri, ekstra DNA dizileri ve gen aktarım yöntemi ayrıntılı olarak

incelenmiştir. Bu çeşit ile ilgili yapılan bilimsel araştırmaların sonuçları (alerjik ve toksik etki analizleri, genetik modifikasyonun stabilitesi, morfolojik ve agronomik özellikler, hedef dışı organizmalara etkisi vb) ve risk değerlendirilmesi yapan çeşitli kuruluşların raporları (EFSA, WHO, FAO, FDA, OECD) ile başvuru dosyasında bulunması gereken dokümanlar göz önünde bulundurulmuştur. Yine bu GD çeşitle yapılan uzun süreli hayvan deneylerinin sonuçları da incelenerek gıda olarak kullanımı sonucu ortaya çıkabilecek riskler değerlendirilmiştir.

Karşılaştırmalı analizler ile **GD MON88017** mısır çeşidinin, geleneksel mısır çeşitleri kadar güvenli olduğu, alerjenite bakımından bir değişikliğe uğramadığı ve besin içeriği ile tarımsal özellikleri açısından da bir fark bulunmadığı saptanmıştır. **GD MON88017** mısır çeşidinin kazayla çevreye yayılması durumunda, geleneksel çeşitlerden farklı bir çevresel riskin oluşması olasılığının da çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Erişilebilen bu bilgiler ışığında, Bilimsel Risk Değerlendirme Komitesi, **Coleoptera** mısır kurtlarına dayanıklılığı sağlayan *B. thuringiensis* ssp. *kumamotoensis* kökenli **cry3Bb1** ve *A. tumefaciens*'den izole edilen ve **glifosat** herbisitine toleransı sağlayan **cp4 epsps** genleri ile proteinlerini içeren **GD MON88017** mısır danesi ve ürünlerinin kullanılmasının, hayvan ve çevre açısından istenmeyen etkilerinin, genetiği değiştirilmemiş eşdeğer çeşitten farklı olmayacağı kanısına varmıştır. Ayrıca GD **MON88017** mısır ve ürünlerinin ülkemize ithal edilerek '**gıda ve bileşenleri olarak**' kullanılmasını değerlendirmiştir.

Türkiye'nin de taraf olduğu ve uluslararası bağlayıcılığı olan Cartagena Biyogüvenlik Protokolü'ne göre "**İhtiyatlılık ilkesi**" Antlaşmanın en yaşamsal maddesi olup "**güvenlik konusunda bir bilimsel bilgi ya da uzlaşma eksikliği olduğunda, Ülkelerin GD ürünlerin ithalatını ve kullanımını yasaklama veya sınırlandırma hakkı olduğunu**" hüküm altına alır.

Gönüllü insanlarda yapılmış araştırmalar bulunmamakla birlikte, ankete dayalı (GD soya tüketip tüketmediği sorgulanarak) yapılan çalışmalarda bazı olumsuz etkiler bildirilmiş olsa da, bu çalışmalarda uygulanan yöntemler başta süre sınırlılığı olmak üzere tartışmaya açıktır. Diğer yandan bu GD çeşidin en az 10 yıldan beri tüketilmesinden kaynaklanan sorunları bildiren herhangi bir yayına da ulaşılamamıştır. Çok az sayıda deney hayvanları ile yapılan deneysel araştırmalar ve aktarılan genlerden üretilen proteinler ile MON88017 mısırın gıda olarak tüketilmesi sonucunda insanlar üzerinde risk oluşturmayacağına ait kesin veriler elde edilememiştir. Toksikolojik çalışmalarda kimi sınırlı bilgiler elde edilse de, insan sağlığı açısından olası olumsuz etkilerinin ortaya konmasını sağlayacak kesin bilgiler ve sonuçlar için daha çok bilimsel çalışma yapılmasının gerekli olduğu bu nedenle;

Erişilebilen bu bilimsel veriler ışığında, Bilimsel Risk Değerlendirme Komitesi, GD MON88017 mısır ve ürünlerinin gıda amaçlı kullanılması durumunda yalnızca tam rafine yağ, seker şurupları, dekstrinler ve nişasta olarak kullanılmasının risk oluşturmayacağı görüşüne varmıştır.

Risk Yönetimi

Özellikle bitki dışı organizmalardan klonlanarak GD bitkilerinin geliştirilmesinde kullanılan gen/genlerin, gerek GD bitkilerinin gerekse bunları tüketen hayvanların genomlarındaki olası olumsuz etkilerinin kısa sürede tam olarak ortaya çıkmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu görüşü doğrulayan USDA, FDA, EPA, CDC gibi ABD devlet kurumları, biyoteknoloji şirketlerini kapsamlı saha ve güvenlik araştırmalarına yönlendiren mevzuat düzenlemeleri yapmaktadırlar. Bu çerçevede oluşturulan kararlara göre;

- 1) Tarımsal ürünleri geliştirmek için biyoteknolojik yöntemlerin kullanımı gerekli olabilmektedir,
- 2) Biyoteknolojik yöntemlerle üretilen gıdalar kesin bilimsel temellere dayanmak zorundadır,
- 3) Et, süt ve yumurtanın güvenliği, bilimsel kanıta dayalı risk öngörüsü süreçleri ile uygun biçimde kamu kurumları ve araştırmacıları tarafından sağlanmalıdır.

Risk yönetiminin planlanması ve bu planının uygulanması Bilimsel Risk Değerlendirme Komitesi'nin sorumluluğu dışındadır. Ancak Komite, İthalatçı firma tarafından sunulan risk yönetim planını, bilimsel içerik yönünden değerlendirir. **GD MON88017** mısır çeşidinin taşınma ve işlenmesi sırasında kazayla çevreye yayılması sonucu olası çevresel riskler ortaya çıkabilir. Bu durumda 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu ve ilgili yönetmelikler uyarınca gerekli önlemler alınmalıdır. İthalatçı firma tarafından sunulması gereken risk yönetim planı;

1. **GD MON88017** mısır çeşidinin çevre, hayvan ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri dikkate alınarak, merkezi sistem yolu ile ithalatçı firma tarafından ürünü işleyenler ve kullanıcılar bilgilendirilmelidir.
2. Ürünün dağıtımını yapan ve kullanan kişiler tarafından kaydedilen bilgilerin paylaşılması için ulusal düzeyde bir eşgüdüm ve bilgi sistem ağı (**Europa Bio benzeri**) kurulmalıdır.
3. Elde gözetim sistemi ağı varsa, bu amaçla kullanılabilir. GD ürünlerin kaza ile ve/veya sabotajla büyük ölçekte çevreye yayılması durumlarında alınacak hızlı ve kapsamlı önlemlerin **Ulusal Afet Planlarıyla** ilişkilendirilerek değerlendirilmesi ve planlanması uygun olacaktır.
4. İthalatçı firma, yıllık olarak genel bir gözetim raporunu ve ithal izin süresinin sonunda genel bir değerlendirme raporunu Bakanlığa sunacaktır. Doğrulan bir olumsuz etki durumunda ithalatçı firma, ilgili Bakanlık birimlerini bilgilendirmek zorundadır.

KAYNAKLAR

Bauer T, Weller P, Hammes WP, Hertel C, 2003. The effect of Processing parameters on DNA degradation in food. Eur. Food. Technol., 217: 338–343.

Bauer T, Hammes WP, Haase NU, Hertel C, 2004. Effect of food Components and processing parameters on DNA degradation in food. Environ. Biosafety Res., 3:215–223.

Bogani P, Minunni M, Spiriti MM, Zavaglia M, Tombelli S, Buiatti M, Mascini M, 2009. Transgenes monitoring in an industrial soybean processing chain by DNA-based conventional approaches and biosensors, Food Chem, 113:658-664.

Brookes G, Barfoot P, 2008. GM crops: Global socio-economic and environmental impacts 1996-2006. PG Economics Ltd., Dorchester, UK.

CERA, 2009. GM Crop Database MON-88Ø17-3 (MON88017) *Zea mays* L.(Maize) The Center for Environmental Risk Assessment (CERA). http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database&mode=ShowProd&data=MON88017

CFIA, 2006. Canadian Food Inspection Agency. Decision Document DD2006-57, Determination of the Safety of Monsanto Canada Inc.'s Glyphosate-tolerant, Corn-Rootworm-Protected Corn (*Zea mays* L.) Event MON88017, Government of Canada, Canadian Food Inspection Agency. Decision document DD2006-57. 1-11.

Chiter A, Forbes JM, Blair GE (2000) DNA stability in plant tissues: implications for the possible transfer of genes from genetically modified food. *Febs Lett* 481(2):164–168

Costa J, Mafra I, Amaral JS, Oliveira MBPP, 2010a. Monitoring genetically modified soybean along the industrial soybean oil extraction and refining processes by polymerase chain reaction techniques, *Food Research International*, 43:301-306.

Costa J, Mafra I, Amaral JS, Beatriz M, Oliveira PP, 2010 b. Detection of genetically modified DNA in refined vegetable oils. *Eur Food Res Technol*, 230:915-923.

Çakır Ş, Yamanel Ş, 2005. Böceklerde insektisidlere direnç. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6: 21-29.

Eede G, van den Aarts H, Buhk HJ, Corthier G, Flint HJ, Hammes W, Jacobsen B, Midtvedt T, Vossen J, van der Wrigjt A. von Wackernagel W, Wilcks A, 2004. The relevance of gene transfer to safety of food and feed derived from genetically modified (GM) plants. *Food and Chemical Toxicology*, 42: 1127-1156.

EFSA 2009. Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms. Application (Reference EFSA-GMO-CZ-2005-27) for the placing on the market of the insect-resistant and herbicide-tolerant genetically modified maize MON88017, for food and feed uses, import and processing under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. *The EFSA Journal*, 1075: 1-28

EPA 2007. Biopesticides registration action document. *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 corn. Cry3Bb1 Corn Biopesticide Registration Action Document. U.S. Environmental Protection Agency Office of Pesticide Programs Biopesticides and Pollution Prevention Division.

FSANZ 2006. Food from corn rootworm-protected and glyphosate- tolerant corn MON88017. Final Assesment Report. Application A548. Food Standarts Australia New Zealand. 31 Mayıs 2006.

Gawienowski MC, Eckhoff SR, Yang P, Rayapati PJ, Binder T, Briskin DP, 1999. Fate of maize DNA during steeping, wetmilling, and processing. *Cereal Chem* 76(3):371–374

Gryson N, Ronsse F, Messens K, De Loose M, Verleyen T, Dewettinck K, 2002. Detection of DNA during the refining of soybean oil. *J Amer Oil Chem Soc*, 79:171-174.

Gryson N, Messens K, Dewettinck K, 2004. Influence of different oil-refining parameters and sampling size on the detection of genetically modified DNA in soybean oil. *J Amer Oil Chem Soc*, 81:231-234.

Healy C, Hammond B, Kirkpatrick J, 2008. Results of a 13-week safety assurance study with rats fed grain from corn rootworm-protected, glyphosate-tolerant MON88017 corn, *Food and Chemical Toxicology*, 46: 2517–2524

Hellebrand M, Nagy M, Morsel JT, 1998. Determination of DNA traces in rapeseed oil. *Z Lebensm Unters Forsch*, 206 (4):237–242

Hemmer W, 2002. Foods derived from genetically modified organisms and detection methods. BATS report 2/97, Agency for Biosafety Research and Assessment of Technology Impacts of the Swiss Priority Programme Biotechnology of the Swiss National Science Foundation, Basel, Switzerland.

Herman L, 1997. Detection of viable and dead *Listeria monocytogenes* by PCR. *Food Microbiol* 14:103–110.

Hupfer C, Hotzel H, Sachse K, Engel K-H, 1998. Detection of the Genetic modification in heat-treated products of Bt maize by polymerase chain reaction. *Z. Lebensm. Unters. Forsch. A.*, 206: 203–207.

James C, 2011. Executive Summary, Brief 43 Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. pp 1-30.

JBCH, 2006. Outline of the biological diversity risk assessment report: Type 1 use approval for MON88017 Japanese Biosafety Clearing House, (JBCH) Ministry of Environment, Tokyo, Japan.

Jinxia A, Qingzhang L, Xuejun G, Yanbo Y, Lu L, Minghui Z, 2011. A multiplex nested PCR assay for the simultaneous detection of genetically modified soybean, Maize and rice in highly processed products, *Food Control*, 22: 1617-1623.

Keese P, 2008. Risks from GMOs due to Horizontal Gene Transfer. *Environ. Biosafety Re*, 7: 123–149.

Klein J, Altenbuchner J, Mattes R, 1998. Nucleic acid and protein elimination during the sugar manufacturing process of conventional and transgenic sugar beets. *J. Biotechnol.*, 60:145–153.

Li Y, Meissle M ve Romeis J, 2009. Consumption of Bt maize pollen expressing Cry1Ab or Cry3Bb1 does not harm adult green Lacewings, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). 3(8): e2909.

Lindahl T, 1993. Instability and decay of the primary structure of DNA. *Nature*, 362 (6422): 709–715

Lipp M, Bluth A, Eyquem F, Kruse L, Schimmel H, Van den Eede G, Anklam E, 2001. Validation of a method based on polymerase chain reaction for the detection of genetically modified organisms in various processed foodstuffs. *Eur. Food Res. Technol.*, 212: 497–504.

Lu B-R, Yang C, 2009. Gene flow from genetically modified rice to its wild relatives: Assessing potential ecological consequences. *Biotechnology Advances*, 27:1083-1091.

McCann MC, Trujillo WA, Riodan SG, Sorbet R, Bogdanova NN ve Sidhu RS, 2007. Comparison of the forage and grain composition from insect-protected and glyphosate-tolerance MON88017 corn to conventional corn (*Zea mays* L.). *J. Agric. Food Chem*, 55: 4034-4042.

Meyer R, 1999. Development and application of DNA analytical methods for the detection of GMOs in food. *Food Control*, 10: 391-399.

Meyer R, Chardonens F, Hubner P, Luthy J, 1996. Polymerase chain reaction (PCR) in the quality and safety assurance of food: Detection of soya in processed meat products. *Z. Lebensm. Unters. Forsch*, A203: 339–344.

Nguyen HT ve Jehle JA, 2009. Expression of Cry3Bb1 in transgenic corn MON88017. *J Agric Food Chem*. 57, 9990-9996

Nielsen K M, Bones A. M. Smalla K, Elsas J D van, 1998. Horizontal gene transfer from transgenic plants to terrestrial bacteria- a rare event? *FEMS Microbiology Reviews*, 22: 79-103.

Nishizawa T, Nakajima N, Aono M, Tamaoki M, Kuba A, Saji H, 2009. Monitoring the occurrence of genetically modified oilseed rape growing along a Japanese roadside: 3-year observations. *Environ. Biosafety Res*, 8: 33-44.

Özcan S, 2009. Modern Dünyanın Vazgeçilmez Bitkisi Mısır: Genetiği Değiştirilmiş (Transgenik) Mısırın Tarımsal Üretime Katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2: 1-34.

Özcan S, 2011. Genetiği değiştirilmiş bitkiler ve sosyo-ekonomik etkileri. Uluslararası Katılımlı 1. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı 27-30 Nisan 2011, Eskişehir. Cilt 1: 75-82.

Padgett SR, Taylor NB, Nida DL, Bailey MR, Macdonald J, Holden LR, Fuchs RL, 1996. The composition glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans, *The Journal of Nutrition*, 702-716.

Pauli U, Liniger M, Zimmermann A, 1998. Detection of DNA in soybean oil. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 207:264-267.

Pauli U, Liniger M, Zimmermann A, Schrott M, 2000. Extraction and amplification of DNA from 55 foodstuffs. *Mitt Lebensm Hyg*, 91:491–501

Peterson RKD ve Shama LM, 2005. A comparative risk assessment of genetically engineered, mutagenic, and conventional wheat production systems. *Transgenic Research*, 14: 859-875.

Poerschmann J, Rauschen S, Langer U, Augustin J, Juergen ve Gorecki T, 2009. Fatty acid patterns of genetically modified Cry3Bb1-expressing Bt-maize Mon88017 and its near-isogenic line. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(1): 127-132.

Qaim M, 2009. The Economics of Genetically Modified Crops. *Annu. Rev. Resour. Econ*, 1: 665–669.

Rizzi A, Agosti F, Daffonchio D, Sorlini C, 2001. Detection of genetically modified Bt-maize in cooked food products by PCR. *Ital. J. Food Sci.*, 13: 265–273.

Rizzi A, Panebianco L, Giaccu D, Sorlini C, Daffonchio D, 2003. Stability and recovery of maize DNA during food processing. *Ital. J. Food Sci.*, 15:499–510.

Rizzi A, Raddadi N, Sorlini C, Nordgard L, Nielsen KM, Daffonchio D, 2012. The stability and degradation of dietary DNA in the gastrointestinal tract of mammals: Implications for horizontal gene transfer and the biosafety of GMOs, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52: 142-161.

Sadashivappa P, Qaim M, 2009. Effects of Bt cotton in India during the first five years of adoption. International Association of Agricultural Economists' 2009 Conference, Beijing, China, August 16-22.

Schnepf E, Crickmore N, Van Rie J, Lereclus D, Baum J, Feitelson J, Zeigler DR ve Dean DH, 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. *Microbiol. Molec. Biol. Rev.* 62:297-301.

Smith DS, Maxwell PW, 2007. Use of quantitative PCR to evaluate several methods for extracting DNA from corn flour and cornstarch, *Food Control*, 18:236-242.

Treu R, Emberlin J, 2000. Pollen dispersal in the crops Maize (*Zea mays*), Oil seed rape(*Brassica napus* ssp *oleifera*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Sugarbeet (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) and Wheat (*Triticum aestivum*).

Tutel'ian VA, Gapparov MM, Avren'eva LI, Aksiuk IN, Guseva GV, Kravchenko LV, L'vova LS, Saprykin VP, Tyshko NV, Chernysheva ON, 2008. Medical and biological safety assessment of genetically modified maize event MON88017. Report 1. Toxicologo-hygienic examinations, *Vopr Pitan*, 77(5): 4-12

Tyshko NV, Britsina MV, Gmshinskiĭ IV, Zhanataev AK, Zakharova NS, Zorin SN, Mazo VK, Semenov BF, 2008. Medical and biological safety assessment of genetically modified maize event MON88017. Report 2. Genotoxicologic, immunologic and allergologic examinations. *Vopr Pitan*, 77(5): 13-17.

US Food and Drug Administration 2005. Biotechnology consultation Note to the file BNF No.000097. 5: 1-5.

Vaitilingom M, Pijnenburg H, Gendre F, Brignon P, 1999. Real-time quantitative PCR detection of genetically modified Maximizer Maize and Roundup Ready Soybean in some representative foods. *J. Agric. Food Chem.*, 47:5261–5266.

Çıkar çatışması bildirimi : Bu raporda imzası olan tüm Bilimsel Komite üyeleri tek tek; kendilerinin ve/veya birinci derece yakınlarının, hakkında bilimsel rapor düzenlenen ürünün ithali, dağıtımı, satışı, kullanımı..gibi ticari yönü ile uğraşan firmalarla hiçbir çıkar çatışması (conflict of interest) olmadığını açıkça bildirmektedirler.