

BİTKİ BİYOTEKNOLOJİSİ: DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE GDO'LARDA SON GELİŞMELER

Prof. Dr. A. Murat ÖZGEN¹ Doç. Dr. Melahat Avcı BİRSİN¹ Doç. Dr. Haluk EMİROĞLU²

ÖZET

Günümüzde, başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere, Kanada, Brezilya ve Arjantin gibi ülkelerde, genetik yapısı değiştirilmiş (transgenik) soya, mısır, pamuk ve kolzada ekim alanı 125 milyon hektara ulaşmıştır. Bu nedenle, GDO'ları geliştiren ve üreten ülkelerde büyük bir ticari birikim oluşmuş ve bu ürünlerin diğer ülkelere satılması ön plana çıkmıştır. Transgenik ürünlerin ilk yetiştirilmeye başlandığı yıl olan 1996'dan günümüze kadar geçen sürede elde edilen toplam parasal değer 50 milyar USD'na ulaşmıştır. Bu gelişmeler, transgenik ürün ticaretinin gelecekte de önemli bir konumda olacağını göstermektedir.

Dünyada *Bt* ürünlerinin sağlık, çevre ve ekonomiye olan etkilerinin tartışıldığı çok sayıda araştırmanın yapıldığı ve bunlara ilişkin yüzlerce makalenin yayınlandığı bir gerçektir. Bu makaleleri ilgililer önyargılarına göre değerlendirmekte ve yarar ya da zararlarına kanıt olarak göstererek düşüncelerini açıklamaya çalışmaktadırlar. Bu davranış, başta üreticiler ve tüketiciler olmak üzere, büyük kitlelerin transgenik ürünler konusunda karar vermede sıkıntıya düşmelerine neden olmaktadır.

Bu makalede, dünyadaki GDO'lara ilişkin bilimsel araştırmalara açıklık getirebilmek için konu ile ilgili olarak farklı görüşlerde somut verileri içeren ve önemli dergilerde yayınlanan bazı temel nitelikteki araştırmalar irdelendikten sonra, bu konuda günümüze kadar yapılan ve SCI'da yayınlanan tüm araştırma makalelerinin meta analizi yöntemi ile değerlendirildiği bir çalışma açıklanarak sonuçları yorumlanmıştır. Laboratuvar ve alan denemelerine ilişkin olarak *Bt* ürünlerinin hedef dışı organizmalara ve böcek öldürücü kullanımına etkileri irdelenerek ortak bir sonuç çıkarılmasına çalışılmıştır.

Risklerin algılanması ülkelerin ve kişilerin sosyal, kültürel ve ekonomik yapılarına bağlı olduğundan, GDO kökenli riskli ürünlerin de üretimi ve kullanımı kişilerin seçimine bırakılmayarak yasal düzenlemelerle kontrol altında tutulmaktadır. Bu nedenle, dünyada yasal düzenlemeler yapılırken, sağlık ve çevre sorunları başta olmak üzere, transgenik ürünlerin kullanılmasına ilişkin gelişmeler uluslararası düzeyde izlenmekte; hedefler ülke ekonomisine katkısı dikkate alınarak belirlenmekte; ürünün kullanım alanı ve kullanılacağı ülkenin tarımsal yapısı dikkate alınmakta ve uluslararası işbirliği olanakları araştırılmaktadır. Türkiye'de ise, biyoteknoloji temel alt yapısı bakımından önemli gelişmeler kaydedilmekle birlikte, transgenik bitki geliştiren değil, bu çeşitleri kullanma potansiyeli olan ülke özelliği sürdürülmekte olup, düzenlemeler ülkenin coğrafi yapısı ve bitkisel gen kaynaklarının durumu gibi özel koşulları dikkate alınmadan genellikle ticaretinin yapılmasına yönelik olmaktadır.

Anahtar Sözcükler: GDO, transgenik bitkiler, biyoteknoloji, gen aktarma, meta analizi

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 06110 Dışkapı / ANKARA

² Bilkent Üniversitesi, Hukuk Fakültesi, Bilkent / ANKARA

1. GİRİŞ

Günümüzde modern biyoteknoloji, verim artışı sağlamak için klasik bitki ıslahı programlarını tamamlayan ve destekleyen alternatif bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Bugüne kadar uygulanan ıslah programlarında daha çok ürün kalitesi ve miktarının artırılmasına çalışılmış, kültür bitkilerine hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık kazandırılması ikinci planda kalmıştır. Tarımsal üretimi olumsuz olarak etkileyen hastalık ve zararlılarla mücadelede kullanılan pahalı kimyasal maddelerin kalıntıları, üründe ve toprakta uzun süre kalabildiğinden; insan, hayvan ve çevre sağlığını önemli ölçüde tehdit etmektedir.

Bu sorunun çözümünde kullanılması planlanan biyoteknolojik yöntemlerle, istenilen özelliği taşıyan izole edilmiş yeni bir genin alıcı bitkiye doğrudan aktarılması söz konusu olduğundan, öncelikle farklı türler ve cinsler arası gen aktarımında melezleme zorunluluğu ortadan kaldırılarak çeşit geliştirmede yeni ufuklar açılmıştır. Bu nedenle, gelecekte yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesinde biyoteknolojik yöntemlerden önemli ölçüde yararlanılması beklenmektedir.

Genetik mühendisliği teknikleri ile elde edilmiş transgenik mısır ve pamukta olduğu gibi, zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ile, bunlara karşı böcek öldürücü ilaç (pestisit) kullanılarak yapılan mücadeleden kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması bu yeni teknolojinin en önemli hedeflerinden biridir. Ancak, bu hedeflerin gerçekleşmesindeki kuşklar ve yeni olanakların yanında yeni sorunların oluşması, ilk transgenik üretimin başladığı 1996 yılından günümüze kadar uzun bir dönem geçmesine karşın, hala tartışmaların sürmesine neden olmaktadır.

Transgenik bitkilerin mikroorganizmalara dayalı gen sistemlerini içermesinden ve aktarılan yeni genlerin oluşturabilecekleri gen etkileşimleri ile genetik sorunlar çıkarılma olasılıklarından kaynaklanan sağlık, çevre ve sosyo-ekonomi gibi temel konularda bir takım kuşkların olması, tartışmaların başlıca nedenidir.

Bu makalede, dünyada ve Türkiye'de GDO'lara ilişkin ticari gelişmeler açıklandıktan sonra, küresel boyutta GDO'lara ilişkin farklı görüşlere bilimsel araştırmalar çerçevesinde açıklık getirebilmek için konu ile ilgili olarak farklı görüşlerde somut verileri içeren ve önemli dergilerde yayınlanan bazı temel nitelikteki araştırmalar irdelenmiştir. Daha sonra, bu konuda günümüze kadar yapılan tüm araştırmaları içeren ve SCI'da yayınlanan makalelerin toplu olarak meta analizi yöntemi ile değerlendirildiği bir çalışmanın sonuçları yorumlanmıştır. Laboratuvar ve alan denemelerine ilişkin olarak Bt ürünlerinin hedef dışı organizmalara ve böcek öldürücü kullanımına etkileri de irdelenerek, tüm araştırma sonuçlarından ortak bir sonuç çıkarılmasına çalışılmıştır.

Risk algılamalarında toplumların sosyal, kültürel ve ekonomik yapılarının etkili olduğu bir gerçektir. Bu nedenle, GDO kökenli riskli ürünlerin yetiştirilmesi ve kullanımının kişilerin seçimine bırakılmaması ve özenle hazırlanmış yasal düzenlemelerle kontrol altında tutulması büyük önem taşımaktadır. Bu düşünceyle, bildirinin üçüncü bölümünde genetik yapısı değiştirilmiş ürünlerin kullanımı ve ticaretine ilişkin yasal gelişmelere yer verilmiştir. Bildirden elde edilen sonuçlar ve öneriler ise son bölümde sıralanmıştır.

2. TİCARETE İLİŞKİN GELİŞMELER

Günümüzde kültür bitkilerinin büyük bir kısmına, biyoteknolojik yöntemlerle, gen aktarımı başarıyla yapılabilmekle birlikte, ticari olarak üretilen transgenik bitkilerin genellikle soya, mısır, pamuk ve kolza gibi tarla bitkileri ile sınırlı olduğu görülmektedir. Geniş alanlarda ekilen transgenik bitkiler içerisinde 65,8 milyon ha ile soya ve 37,3 milyon ha ile mısır toplam transgenik bitki ekim alanlarının yaklaşık % 82'ini oluşturmaktadır. Bu iki bitkiyi 15,5 milyon ha ekim alanı ile mısır ve 5,9 milyon ha ekim alanı ile kolza takip etmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2008 Yılı Dünya Transgenik Bitki Ekim Alanı (Milyon/Ha)

Transgenik Bitkiler	Ekim Alanı
Soya	65.8
Mısır	37.3
Pamuk	15.5
Kolza	5.9
Diğer	0.5
TOPLAM	125.0

Bilindiği gibi, transgenik bitkilerin ticari olarak ilk kez yetiştirildikleri 1996 yılında toplam 2,8 milyon ha'lık ekim alanı, günümüzde büyük artış göstererek, 125 milyon ha'a ulaşmıştır (James, 2008).

Transgenik bitkilerin dünyadaki ekim alanları her yıl artmakla birlikte, bu artışın genellikle aynı ülkelerde olduğu gözlenmektedir. Bu ürünlerin yaklaşık yarısı Amerika Birleşik Devletleri'nde yetiştirilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. 2008 Yılı Ülkelere Göre Transgenik Bitki Ekim Alanları(Milyon/Ha)

Ülkeler	Ekim Alanı
ABD	62.5
Arjantin	21.0
Brezilya	15.8
Kanada	7.6
Hindistan	7.6
Çin	3.8
Paraguay	2.7
G. Afrika	1.8
Diğerleri	2.2
TOPLAM	125.0

Amerika Kıtası dışında son yıllarda özellikle Çin'de önemli bir artış görülmüştür. Bazı Avrupa Ülkeleri'nde ise deneme amacıyla kontrollü koşullarda ekim yapıldığı bilinmektedir.

Bu bitkilere birçok özelliğin aktarılması söz konusu olduğu halde, günümüzde yaygın olarak ekimi yapılan transgenik bitkilerde genellikle aktarılan yeni özelliklerin başında zararlılara ve ot öldürücülere (herbisit) dayanıklılık gelmektedir (Çizelge 3). Diğer özelliklerin kullanım alanı çok sınırlı olup, genellikle araştırma aşamasındadır.

Çizelge 3. 2008 Yılı Transgenik Bitkilerin Özelliklere Dağılımı (Milyon/Ha)

Özellikler	Ekim Alanı
Herbisitlere dayanıklılık	79.0
Zararlılara dayanıklılık	19.1
İkisine birden dayanıklılık	26.9
TOPLAM	125.0

Transgenik bitkilerin kullanımı ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmaların başında, kurağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gelmektedir. Günümüzde net olarak ortaya çıkmış olan su eksikliği ve küresel ısınmadan kaynaklanan kuraklığın, gelecek yıllarda daha da etkili olacağı bir gerçektir. Bu nedenle, transgenik bitkilerde de bu konunun çözümü için çalışmalar yapılmakta olup, ikinci 10 yıllık dönemde (2006-2015) bitkilere aktarılacak en önemli özellik olarak kurağa dayanıklılık konusu seçilmiştir. Bu konuda mısır, diğer tahıllara göre, öncelikli olarak ele alınmış olup, ilk kurağa dayanıklı transgenik mısır çeşidinin en geç 2012 yılında ABD’de, 2017 yılında ise Afrika’da ticari olarak yetiştirilmesi hedeflenmektedir (James, 2008).

Öte yandan, 2007 yılında, ABD’ndeki toplam mısır alanlarının %24’ü etanol elde edilmesi amacıyla kullanılmıştır. 2008 yılında etanol elde edilen transgenik mısırların ekim alanı ise yaklaşık 8,7 milyon hektardır. Biyodizel elde etmek için kullanılan transgenik yağ bitkilerinin 2008 yılındaki alanı ise, soyada 3,5 milyon ha, kanolada 5.000 ha’dır. Bu durumda 2008 yılında ABD’de toplam 12,7 milyon ha’lık bir alanda biyoyakıt elde etmek için transgenik bitki yetiştirildiği söylenebilir (James, 2008).

Genetik yapısı değiştirilmiş bitkilerin büyük bir bölümü doğrudan insan ve hayvan gıdası olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin dünyada ham madde olarak piyasa değeri 2008 yılında 7,5 milyar USD’ına ulaşmıştır. Bu değer 2009 yılında 8,3 milyar USD’na ulaşacağı beklenmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Transgenik Ürünlerin Parasal Değeri (milyar dolar)

Yıllar	Parasal Değeri
2006	6.2
2007	6.9
2008	7.5
2009 (Tahmini)	8.3

Transgenik ürünlerin ilk yetiştirilmeye başlandığı yıl olan 1996’dan günümüze kadar geçen sürede elde edilen toplam parasal değer 50 milyar USD’na ulaşmıştır. Türkiye’de transgenik bitkilerin üretilmesi yasal olarak mümkün değildir. Mecliste görüşülmek üzere sırada olan “Biyogüvenlik Yasa Tasarısı’nın çıkmasından sonra transgenik bitki üretiminde ve ticaretinde önemli gelişmeler beklenmektedir. Transgenik çeşitlerin ticaretinde alıcı ülke konumunda olan Türkiye, bu çeşitleri yetiştirmeye başlaması durumunda ekonomisini olumsuz etkileyecek durumlara karşılaşılabilecektir. Örneğin, en büyük dışsatım pazarımız olan AB ülkeleri, transgenik ürünler konusunda son derece duyarlı düzenlemelere sahip olduklarından, transgenik çeşitleri üretmemiz halinde, bulaşma riski nedeniyle, klasik çeşitlere ilişkin ürünlerin alımında da büyük zorluklar çıkarabileceklerdir. Özellikle son yıllarda önem kazanmaya başlayan organik tarım ürünlerinin dışsatımında da olumsuz gelişmeler söz konusu olabilecektir.

Türkiye’de tüm tarımsal ürünlerin dışalımını, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’ndan kontrol belgesi alınması koşuluyla serbesttir. Öte yandan, 26 Ekim 2009 tarihinde yürürlüğe giren yeni bir yönetmelikle (Anonim, 2009a) GDO kökenli ürünlerin de ticaretinin önü açılmıştır. Türkiye ABD ve Arjantin’den gıda ve yem amaçlı kullanılmak üzere önemli miktarda mısır ve soya fasulyesi dışalımını yapmaktadır. 2007 yılında mısır dışalımını 1,1 milyon ton, soya dışalımını 1,2 milyon ton olurken pamuk 7.300 ton’da kalmıştır (Çizelge 5).

Bu ürünlerin 2007 yılı rakamlarına göre dışalım değerleri ise mısırdaki 269,3 milyon USD, soyada 409,7 milyon USD, pamukta ise 2,3 milyon USD olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Bu ürünlerin dışalımını yıllara göre önemli düzeyde farklılık göstermektedir. Örneğin, pamukta 2003 yılında 3,6 bin ton olan dışalım 2005 yılında 125,6 tona yükselmiş 2007 yılında tekrar 7,3 bin tona inmiştir. Benzer biçimde, mısırdaki 2006 yılında 30,6 bin ton olan dışalım 2007 yılında 1,1 milyon tona ulaşmıştır. Bu durum, söz konusu ürünlerin iklime ya da üreticilere bağlı olduğunu, yeterli önlemlerin alınması halinde dışalımı gereksinim duyulmayacağını açıkça göstermektedir (Anonim, 2009b).

Öte yandan, dış ticaret verilerinde, başta mısır ve soya olmak üzere, transgenik ürünlerin dışalımına ilişkin herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak, bu ürünlerin alındığı ülkelerde transgenik bitki üretiminin çok yaygın olması, dışalımı yapılan bu ürünlerin de transgenik olabileceğini akla getirmektedir. Ülkemizde etkili biçimde transgenik ürün analizi yapabilecek laboratuvarların bulunmaması ve dışalımın tamamen satan ülkenin bildirimine göre yapılması, dışalımı yapılan özellikle mısır ve soya başta olmak üzere bazı ürünler hakkında kuşku bir ortam oluşturmaktadır.

Konu tohumluk açısından ele alındığında ise, risklerin daha da arttığı görülmektedir. Türkiye’de tohumluk dışalımı 1984 yılından itibaren serbest bırakılmıştır. Günümüzde Türkiye’de tohumculuk özel sektöre dayalı bir konumda olup, uluslararası düzeyde önemli yatırımlar yapılmıştır. Tarımsal üretimde kaliteli tohumluk kullanılması ile verimde artış sağlanmış ancak, günümüzde ticaret yaptığımız ülkelerde transgenik bitkilerin çok fazla üretilmeleri nedeniyle tohumluk ithali konusunda da daha dikkatli olunması zorunlu hale gelmiştir. Öte yandan, Türkiye’de bitkisel yağ açığının yaklaşık yarısı dışalımla karşılanmaktadır. Bu nedenle transgenik ürünlerin kullanılmasıyla, kısa dönemde, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanabileceği düşünülebilir. Ancak, bu teknolojinin insan ve çevre sağlığına olabilecek olumsuz etkileri göz ardı edilerek, önlemler alınmadan yapılacak girişimlerin, uzun dönemde, ülke ekonomisine daha büyük zarar verme olasılığı söz konusudur.

Çizelge 5. Türkiye’nin Pamuk, Mısır ve Soya Dışalımı (Ton) (Anonim, 2009b)

Ürün	2003	2004	2005	2006	2007
Pamuk	3.578	83.814	125.635	70.202	7.300
Mısır	1.818.132	1.049.744	218.059	30.579	1.128.456
Soya	810.100	681.964	1.154.504	1.016.907	1.230.908

Çizelge 6. Türkiye’nin Pamuk, Mısır ve Soya Dışalımı (1.000 \$) (Anonim, 2009b)

Ürün	2003	2004	2005	2006	2007
Pamuk	713	19.576	21.271	11.389	2.328
Mısır	276.182	190.477	47.335	12.702	269.338
Soya	219.328	226.828	328.533	264.797	409.656

Biyoteknolojik ürünlere ilişkin teknolojinin uluslararası şirketlerin tekelinde olması ve bu ürünlerin tohumluğunun çok pahalı olması, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde kullanılması durumunda, başta dışa bağımlılık olmak üzere önemli ekonomik sıkıntıları da beraberinde getirmesi kaçınılmazdır. Ayrıca, yüksek maliyetli ürün elde edilmesi, yüksek sermayeye dayalı tarım yapılması, gıda güvenliğinin kontrolünün güçleşmesi ve sıkı yasalarla korunan gelişmiş ülkelere transgenik ürünlerin satışının yapılamaması gibi olumsuzluklar da göz ardı edilmemelidir.

Bu nedenle, tarımsal sorunlara özellikle ülke olanaklarıyla çözüm yolu aranmalıdır. Nitekim, Tarım Bakanlığı Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından klasik ıslah yöntemleri ile sap ve koçan kurduna dayanıklı melez mısır çeşitlerinin (Karaçay ve Gözdem) 2005 yılında tescil edilerek üreticinin kullanımına sunulması çok önemli bir gelişmedir. Enstitünün çalışmaları üretim izni almış diğer çeşit adaylarıyla sürdürülmektedir. Bu durum, Türkiye’nin transgenik mısır çeşidi kullanarak riske girmesine bir neden olmadığını açıkça göstermektedir.

3. BİLİMSEL GELİŞMELER

Türkiye’de, modern biyoteknoloji ve bunun içinde yer alan bitkisel biyoteknoloji başlangıç aşamasında olup, birçok kurumda temel çalışmalar yapılmakla birlikte, henüz transgenik çeşit geliştirme aşamasına gelinebilmiştir. Bu nedenle, Türkiye transgenik bitki geliştiren değil, bu çeşitleri kullanma potansiyeli olan ülke konumunu halen sürdürmektedir.

Dünyada ise, Bt ürünlerinin yarar ve zararlarının tartışıldığı, çok sayıda araştırmacının yapıldığı ve bunlara ilişkin yüzlerce makalenin yayınlandığı bir gerçektir. Bu makaleleri araştırmacılar kendi düşüncelerine göre değerlendirmekte ve yarar ya da zararlarına kanıt olarak göstererek görüşlerini vurgulamaya çalışmaktadırlar. Bu davranış, başta üreticiler ve tüketiciler olmak üzere, büyük kitlelerin karar vermede sıkıntıya düşmelerine neden olmaktadır.

Bu makalede, konu ile ilgili olarak somut verileri içeren ve önemli dergilerde yayınlanan bazı temel nitelikteki araştırmalar özetlendikten sonra, bu konuda günümüze kadar yapılan tüm araştırmaları içeren ve SCI'da yayınlanan 360 makalenin toplu olarak meta analizi yöntemi ile değerlendirildiği bir çalışma açıklanacak ve sonuçları irdelenecektir.

3.1. Önemli Temel Makalelerin Gözden Geçirilmesi

Transgenik çeşitlere aktarılan genlerin tamamına yakını mikroorganizma kökenlidir. Örneğin, dünyada en yaygın olarak ekilen transgenik mısır çeşitlerinden olan MON 810'a aktarılan genler ve kaynakları;

- *Cry1Ab* geni: *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* hat HD-1 (Höfte ve Whitely, 1989)
- CaMV 53S promotor geni: Karnabahar mozayik virüsü (Odel ve ark., 1985)
- hsp70 "heat shock protein" intron geni: Mısır bitkisi (Rochester ve ark., 1986)
- NOS 3' geni: *Agrobacterium tumefaciens*'in Ti plazmidini (Fralely ve ark., 1983)
- CP4 markör geni: *Agrobacterium* sp. hat CP4 (Kishore ve Shah, 1988)
- gox markör geni: *Achromobacter* sp. hat LBAA (Timko ve ark., 1988)
- nptII markör geni: Prokaryotik transpozon Tn5 (Beck ve ark., 1982)
- lac Z promotor geni: *Escherichia coli* *lacI* (Yanisch-Perron, 1985)
- ori-pUC replikasyon geni: *Escherichia coli* (Vieira ve Messing, 1987)
- CTP2 sentez geni: *Arabidopsis thaliana* (Klee ve Rogers, 1987)

olarak bilinmektedir. Farklı türler arasında yapılan gen aktarmaları, özellikle aktarılan genin toksin üretmek çalışması, beraberinde önemli sorunları da getirmektedir. Ancak, bu sorunların olup olmaması konusunda farklı görüşler söz konusudur.

Altı farklı tarladan alınan örneklerde ELISA ve "Western Blot" tekniklerinden yararlanılarak yapılan testler sonucunda transgenik mısır çeşidinde (MON 810) *Cry1Ab* proteininin taze ağırlık olarak yaprakta 9,35 ug/g, tanede 0,37 ug/g, çiçektozunda 0,09 ug/g, tüm bitkide ise 4,15 ug/g düzeyinde biriktiği saptanmıştır (Anonim, 2009c). *Cry1Ab* proteininin çok daha yüksek dozlarının (16,7 ppm) kültür bitkilerinin önemli yararlı predatörlerinden olan *C. carnea* (lacewing) larvalarına yedi gün boyunca verilmesine karşın herhangi bir olumsuzluk söz konusu olmamıştır (Hoxter ve Lynn, 1992a). Afit ve diğer bitki zararlılarıyla beslenen önemli predatörden olan *H. convergent* (Ladybird beetles) örneklerinin 20 ppm dozunda ballı su ile karıştırılan *Cry1Ab* proteini ile 9 gün beslenmelerine karşın herhangi bir toksisite ile karşılaşmadığı belirtilmiştir (Hoxter ve Lynn, 1992b). 1994 ve 1995 yıllarında Amerika ve Fransa'da yapılan tarla araştırmalarında, transgenik bitkilerin hedef dışı organizmalara olumsuz etkilerinin olmadığı ve popülasyondaki miktarlarının klasik çeşitlere oranla hiçbir farklılık göstermediği belirlenmiştir (Anonim, 2009c). Anıların larva ve erginlerine, hedef böcekler için LC50 dozunun 10 katı oranında *Cry1Ab* proteini verildiğinde de herhangi bir fark görülmemiştir (MacIntosh ve ark., 1990). Transgenik bitkilerin hedef dışı organizmalara hiçbir zararının olmadığını bildiren bu araştırmalara karşın, günde 5-7 g transgenik soya unu ile beslenen gebe farelerden doğan yavruların % 56'sının öldüğünü, normal soya ile beslenenlerde ise bu oranın % 9 olduğunu bildiren araştırma dikkat çekicidir (Ermakova, 2006; Ermakova ve ark., 2007). Öte yandan, transgenik mısırlar nedeniyle kral kelebeklerinin (Losey vd.,1999), "ladybugs" ve "lacewing" (Hilbeck vd., 1998) türlerinin öldüğünü bildiren bir çok araştırma bulunmaktadır.

Transgenik bitkilerde bir başka tartışma konusu ise verim artışı ile ilgilidir. ABD'de 9 farklı lokasyonda yapılan analiz sonucunda transgenik mısır (MON 810) veriminin 154.9 bushels/acre, klasik mısır veriminin 147.1 bushels/acre olduğu, aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Anonim, 2009c). Buna karşın, Wisconsin Üniversitesi'nin 8 eyalette yaptığı

40 verim denemesinin sonucuna göre transgenik soyanın verimi klasik soyaya göre \pm %14 arasında değişmiş olup, ortalama % 4 daha azdır (Oplinger ve ark., 1999).

Transgenik çeşitlerin stabilitesi konusunda da önemli görüş farklılıkları bulunmaktadır. Kania ve ark., (1995), moleküler analizlerin koçan kurduna karşı korunmayı sağlayan MON 810 mısırında bu özelliğin stabil olduğunu bildirmelerine karşın; Pawlowski ve Somers (1996) yılında yayınladıkları makalelerinde transgenik çeşitlerin stabil olmadıklarını belirtmişlerdir.

Transgenik çeşitlerden diğer çeşit ve türlere doğrudan gen geçişleri üzerinde de farklı görüşler vardır. Bilindiği gibi, transgenik mısır çeşitleri (*Zea mays ssp. mays*) ile yabani mısır çeşitleri (*Zea mays ssp. mexicana*) genetik olarak uyum sağlarlar. Bu nedenle çiçektozu aracılığı ile gen geçişlerinin mümkün olduğu ancak, izolasyon mesafesine dikkat edildiği sürece, sorun olmaktan çıktığı belirtilmektedir. Örneğin, transgenik mısır çeşitlerinin yaygın olarak yetiştirildiği ABD ve Kanada'da yabani mısır çeşidi bulunmadığından, bu ülkelerde riskin söz konusu olmadığı vurgulanmaktadır (Anonim, 2009c). Buna karşın, Teksas'da korumalı koşullarda yetiştirilen organik mısır ürünü "Terra Prima"ya, çiçektozu aracılığı ile BT mısır özellikleri karıştığından, 87.000 USD'lık ürünün toplatılarak yok edildiği bilinmektedir (Bett, 1999).

Antibiyotiğe dayanıklı bir çok bakterinin, taze gıdalar tüketildiği zaman da ortaya çıkabildiği bilinmektedir (Salyers, 1997; Smalla ve ark., 1997). Hastanelerde, çevrede ve gıdalarda birden fazla ilaca dayanıklı bakterilerin bulunması (Perreten ve ark., 1997), transgenik bitkilerin dayanıklı bakteri oluşturmada yeni bir gen havuzu oluşturmadığını göstermektedir (Anonim, 2009c). Buna karşın, transgenik DNA'nın, tarla koşullarında çiçektozu aracılığı ile arı larvalarının bağırsaklarındaki bakterilere (Bergelson ve ark., 1998); laboratuvar koşullarında ise toprak bakteri ve mantarlarına geçtiğine (Hoffman ve ark., 1994; Schluter ve ark., 1995) ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bitki ve bakteri arasındaki yatay gen geçişleri, transgenik bitkilerdeki antibiyotiğe dayanıklılık geninin bakterilere geçme olasılığı nedeniyle önemli bir risk oluşturmaktadır (Bergmans, 1993; Rissler ve Mellon, 1993). Antibiyotiğe dayanıklı markör genlerin, transgenik bitki yaprağından toprak bakterisi *Acinetobacter*'e kolaylıkla geçebildiği bilinmektedir (De Viries ve Wackernagel, 1998; Gebhard ve Smalla, 1998, 1999). Bu nedenlerle, transgenik bitkilerde antibiyotiğe dayanıklılığı sağlayan markör genlerin kullanımı birçok AB üyesi ülkede yasaklanmıştır.

Farklı canlı türleri arasında yatay gen geçişleri görülebilir. Yatay gen geçişleri sadece bakterilerle sınırlı değildir. Gen geçişleri farklı böcek türleri arasında olabileceği gibi (Robertson ve Lampe, 1995), bakteri ve böcekler arasında (Hawtin ve ark., 1995) ya da bitki ve bakteri arasında görülebilir. DNA'nın ölü bitki dokularında, hücre duvarları aracılığı ile, en az birkaç gün, geçiş özelliğini koruyacak biçimde kalabildiği bilinmektedir (Nielsen ve ark., 2000). Bu süre içerisinde topraktaki transgenik bitki parçalarından toprak mikroorganizmalarına transgenler geçebilmektedir (Paget ve Simonet, 1997). Bu bilgiler, bitki DNA'sının, toprağın yapısına, pH'sına, nemine ve mikrobiyal aktivitesine bağlı olarak, birkaç saatle birkaç gün içerisinde toprak bakterisine geçebileceğini göstermektedir (Anonim, 2009c). Görüldüğü gibi, yatay gen geçişlerinin olabileceği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Ancak bunların etkileri konusunda farklı görüşler söz konusudur. Transgenik ürünlerde kullanılan *Cry* proteininin aminoasit dizilişinin bilinen protein toksinleri ile benzerlik göstermediği; ayrıca, memelilerin sindirim sistemi koşullarında hızla parçalandığından insektisit özelliğinin de kolaylıkla kaybolduğu bilinmektedir (Anonim, 1988). Hedef organizma için yüksek düzeyde seçici olması memeliler, balık, kuş ve diğer canlılarda insektisit aktivitesini engeller denilerek bu gen geçişlerinin önemli olmadığı vurgulanmaktadır. Buna karşın; benzer genin kullanıldığı transgenik patates ile beslenen farelerin sindirim sistemlerinde önemli hasarlar belirlenmiştir (Pryme ve Lembcke, 2003). Transgenik gıdalarla beslenen farelerin kan, dalak ve karaciğer hücrelerinde viral DNA belirlenmiştir (Schubbert ve ark., 1997). Transgenik yemlerle beslenen gebe farelerin yavrularının da çeşitli dokularında viral DNA'ya rastlanmıştır (Doerfler ve Shubbert, 1998). Ayrıca, transgenik mısırlar nedeniyle kral kelebekleri (Losey vd., 1999), "ladybugs" ve "lacewing" (Hilbeck vd., 1998) türlerinin öldüğünü bildiren araştırmalar da bulunmaktadır.

Transgenik ürünler konusunda en çok tartışılan konulardan biri de alerji sorunudur. Her gen, bir protein, her protein de bir alerji kaynağı olabileceği düşüncesi, transgenlerin de önemli birer alerjen olabileceğini akla getirmektedir. Ancak, transgenik bitkilerde bulunan *Cry* proteinleri, bilinen 219 alerjenin aminoasit dizilişi ile bilgisayar programında karşılaştırılmış olup herhangi bir benzerlik saptanmamıştır (Pearson ve Lipman, 1988). Öte yandan, *Cry1Ab* proteininin %90'dan fazlasının iki dakika içerisinde mide sıvısında parçalandığı bildirilmiştir (Sleisenger ve Fordtran, 1989) Buna karşın, "Star Link" transgenik mısır çeşidinin önemli bir alerjen olduğu belirlendiğinden ABD'de üretimden kaldırılmıştır (Verzola, 2000). Ayrıca, Brezilya kestanesinde gen (2S) aktarılan transgenik soya alerji yaptıklarından marketlerden toplatılmıştır (Nordlee ve ark., 1996). İngiltere'de transgenik soya nedeniyle 1998 yılında soya alerjisinde % 50 artış olduğu da bilinmektedir (Graham, 1999).

Bu araştırma sonuçlarından da anlaşılacağı gibi, transgenik bitkilerin önemli sorunları söz konusu olup, bu sorunlar bakımından çok farklı görüşler ortaya atılmaktadır. Bu araştırmalardan net bir sonuca ulaşmak, bu konuda yapılan tüm çalışmaların bağımsız olarak ve bilimsel bir teknikle değerlendirilmesi ile mümkündür.

3.2. SCI'da Yer alan Tüm Makalelerin Meta Analizi ile Değerlendirilmesi

Transgenik bitkilerin ilk ekiminden günümüze kadar geçen süre içerisinde, bu bitkilerin çevreyle olan etkileşimleri ile ilgili olarak çok sayıda araştırma ve bu araştırma sonuçlarını açıklayan yüzlerce makale yayınlanmıştır (Şekil 1). Marvier ve ark. (2007) bu konu ile ilgili olarak önemli bir veri tabanı oluşturmuş, daha sonra Naranjo (2009), bu veri tabanını 17 ülkede yapılan 135 yeni çalışmayı da dahil ederek geliştirmiş ve toplam 360 makaleyi irdelemiştir.

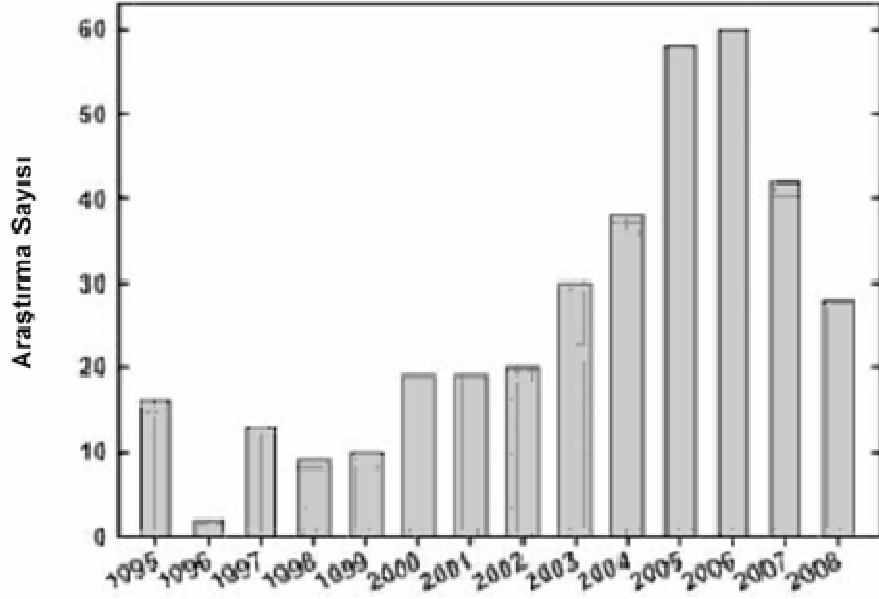
Veri tabanında yer alan araştırmaların, bu ürünleri ticari olarak üreten Amerika ve Çin gibi ülkelerde yapıldığı gibi, bu ürünü hiç üretmeyen İsviçre, Fransa, İspanya ve İngiltere gibi Avrupa Ülkeleri'nde de yoğun olarak yapıldığı görülmektedir. Daha önce değinildiği gibi, günümüzde yaygın olarak ekimi yapılan transgenik bitkiler soya, mısır ve pamuk olduğundan araştırmaların çoğunluğu da bu bitkiler üzerinedir. Bu bitkilere birçok özelliğin aktarılması söz konusu olduğu halde, günümüzde yaygın olarak ekimi yapılan transgenik bitkilerde genellikle aktarılan yeni özelliklerin başında zararlılara ve ot öldürücülere (herbisit) dayanıklılık geldiğinden, makaleler de daha çok bu konuları içermektedir. Ayrıca, *Bt* ürünlerinin insektisit kullanımına olan etkisi de makaleler kapsamında ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Veri tabanında bulunan çalışmalar aşağıdaki ölçütlere göre seçilmiştir:

- *Bt*'den bir ya da daha çok *Cry* geni aktarılmış bitkileri içerenler
- *Bt* *Cry* genlerinin çevre ile olan etkisini irdeleyenler
- SCI kapsamında İngilizce yayınlananlar.

Çalışmada, araştırmacı tarafından MetaWin Versiyon 2 Meta Analizi İstatistik Programı kullanılmıştır (Rosenberg ve ark. 2000).

Transgenik ürünlerinin hedef dışı organizmalara etkisinin belirlenmesi amacıyla uygulanan analizler laboratuvar ve alan çalışmaları olmak üzere 2 ayrı grup halinde yapılmıştır.



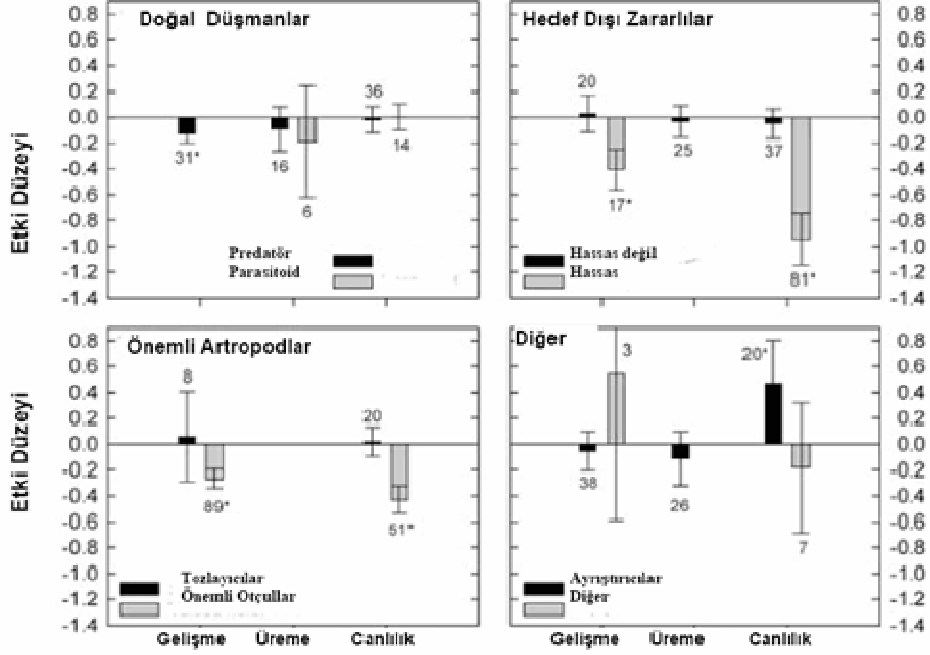
Şekil 1. Transgenik bitkilerin çevre ile olan ilişkilerini içeren yayınların yıllara dağılımı (Naranjo, 2009)

a) Laboratuvar Çalışmalarında Meta Analizi

Hedef dışı canlıların, laboratuvar koşullarında, doğrudan transgenik bitkilerin dokuları ile ya da bu bitkilerden üretilen gıdalar aracılığı ile Bt proteinleri ile karşılaştıklarında ortaya çıkan durum değerlendirilmiştir. Şekil 2’de de görüldüğü gibi, değerlendirmede gelişme, üreme ve canlı kalma öğeleri dikkate alınmıştır. Bt proteinlerinin hedefi olmayan böceklerin, Bt proteinleri ile karşılaştıklarında, bir kısmının dayanıklı bir kısmının ise dayanıksız olduğu belirlenmiştir. Dayanıklı olanların, dikkate alınan öğelerden hiç etkilenmemelerine karşın, dayanıksız olanların özellikle gelişme ve canlı kalma açısından olumsuz yönde önemli düzeyde etkilendikleri görülmüştür.

Değerlendirme farklı gruplara göre yapıldığında ise, zararlıların doğal düşmanları olan canlıların (predatör ya da parasitoid) Bt proteinlerinin etkisinde kalmaları halinde, özellikle predatörlerin gelişim oranlarında istatistiksel açıdan önemli düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir. Ancak, Bt proteinlerinin bu canlıların canlılıklarına herhangi bir olumsuz etkisi belirlenmemiştir. Üreme oranında belirlenen azalmalar ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır (Şekil 2).

Ürün sistemlerinde önemli artropod’ları temsil eden (arılar, kral kelebekleri ve ipek böcekleri gibi) ve Bt ürünlerinin özel hedefi olmayan otçul böcekler ve tozlayıcı böcekler de Bt proteinlerine farklı tepki göstermişlerdir. Otçul zararlıların gelişmelerinde ve canlılıklarında önemli düzeyde azalma görülmesine karşın, tozlayıcılar bu öğeler bakımından Bt proteinlerinden etkilenmemişlerdir. Bu grup canlılar için, Bt proteinlerinin üremeye olan etkileri üzerine araştırma bulunmamaktadır. İçerisinde ayrıştırıcıların (detritivore) da bulunduğu diğer grup canlılar ise Bt proteinlerinin etkisi altında kaldıklarında, ele alınan 3 kriter bakımından, olumsuz bir durumla karşılaşmamıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Laboratuvar çalışmalarında transgenik (Bt) mısırların hedef olmayan canlılara etkilerine ilişkin meta analizi (Naranjo, 2009)

b) Alan Çalışmalarında Meta Analizi:

Transgenik (Bt) ürünlerin hedef dışı canlı popülasyonuna olan etkilerinin irdelendiği alan çalışmaları; (a) transgenik ürünlerin, insektisit kullanılmamış klasik ürünlerle karşılaştırılması ve (b) transgenik ürünlerin, insektisit kullanılmış klasik ürünlerle karşılaştırılması olmak üzere 2 farklı ve bağımsız hipotezin test edilebileceği bir biçimde düzenlenmiştir (Şekil 3).

Şekil 3A'da da görüldüğü gibi, insektisit kullanmadan yapılan karşılaştırmada, Bt pamukta doğal düşmanların (predatör ve parasitoid) önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Klasik pamukta Insektisit kullanılması durumunda ise ters bir sonuç ortaya çıkararak Bt pamukta doğal düşmanların, klasik pamuğa oranla, önemli düzeyde arttığı gözlenmiştir. Bu durum, zararlılarla mücadelede önemli bir yeri olan doğal düşmanların, insektisitlerden de Bt pamuktan da önemli ölçüde olumsuz yönde etkilendiğini göstermektedir.

Mısırda da benzer durum ortaya çıkmakla birlikte, Bt mısırda doğal düşmanların belli oranda azalmasına karşın bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Patateste ise her iki test grubunda da insektisit kullanımına bağlı olmaksızın Bt patateste doğal düşmanların miktarı önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (Şekil 3A).

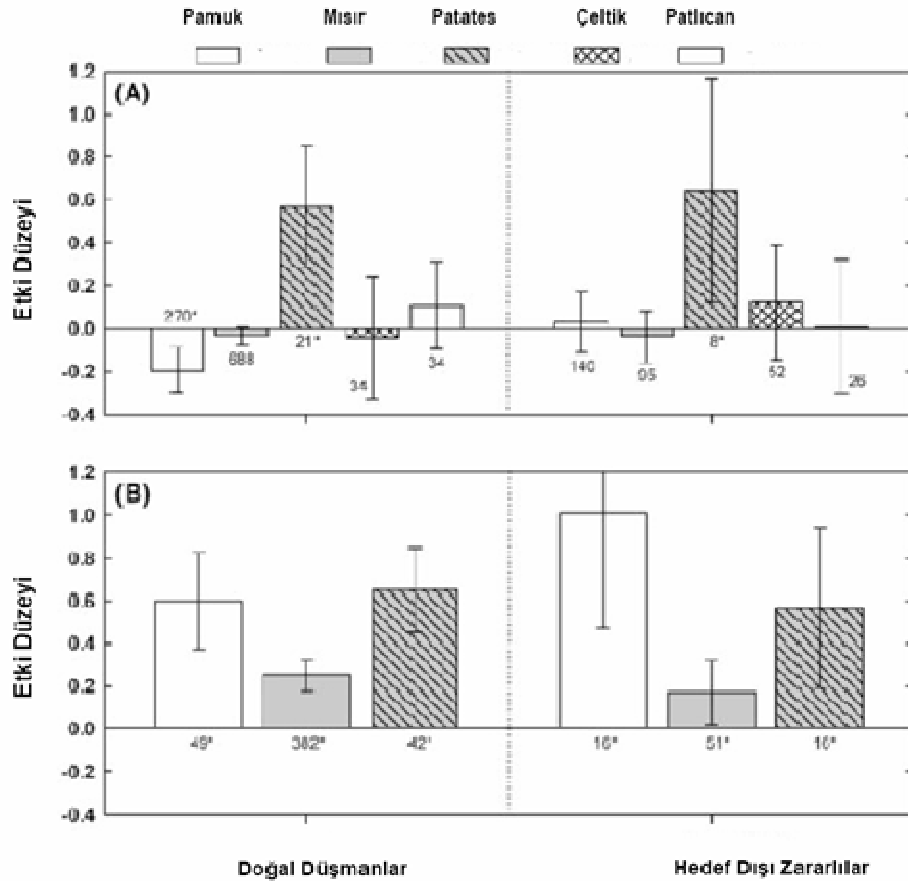
Doğal düşmanların dışındaki diğer hedef dışı canlılar dikkate alındığında ise, insektisit kullanılmadan yetiştirilen klasik çeşitlere oranla Bt mısırda, istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, bir miktar azalma görülmektedir. Bunun dışında, hedef dışı canlıların miktarı bakımından, Bt ürünleri ile insektisit kullanılmamış klasik ürünler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Klasik ürünlerde insektisit kullanılması halinde yapılan karşılaştırmada ise, tüm Bt ürünlerinde hedef dışı canlıların miktarında önemli bir artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 3B).

3.2.2. Bt Ürünlerinin Insektisit Kullanımına Etkisi

Transgenik ürünlerin geliştirilmesinde en etkin faktörün insektisit kullanımının azaltılması olduğu bilinmektedir. Bu konuda birçok farklı yayın yapılmış ve değişik sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde Bt ürünleri ile insektisit kullanımında azalma olduğu söylenebilmektedir (Fitt, 2008). Ancak, bu değerlendirme ürün bazında ayrı ayrı yapıldığında farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Dünyada en yaygın insektisit uygulamasının pamuk üretiminde yapılmaktadır. Transgenik ürünlerin yetiştirildiği 1996-2006 yılları arasında yapılan pamukta insektisit kullanımına ilişkin analizler, 128,4 milyon kg daha az insektisit kullanıldığını, bunun yaklaşık % 23'lük bir azalma olduğunu göstermektedir (Brookes and Barfoot, 2008). Buna karşın, ilaç kullanımındaki azalmalar, birçok zararlı gruplarında, özellikle tırtıllarda popülasyonun artmasına yol açmıştır. Bu artış beraberinde zararlılara karşı ilaç kullanımının da artmasına neden olmuştur. Özellikle Çin gibi büyük pamuk üreticisi ülkelerde Bt pamukların hedef dışı zararlılara karşı ve özellikle pamuk kurtlarına (bollworm) karşı klasik çeşitlerde olduğu gibi çok sayıda farklı ilaçlamalar yapıldığı bilinmektedir (Yang ve ark., 2005).

Bt mısırdaki ise insektisit kullanımındaki azalmalar pamuğa oranla daha azdır. Bunun nedeni, Bt mısırlarının temel hedefi olan koçan kurtlarına karşı zaten az sayıda insektisit kullanılmasıdır. Duffy (1999), Iowa State Üniversitesi tarafından 377 mısır tarlasında 800 çiftçi ile yapılan çalışmanın sonucunda insektisit kullanım oranının GM mısırdaki %12, klasik mısırdaki %18 olduğunu bildirmiştir. 1996-2006 döneminde mısırdaki insektisit kullanımında 8,2 milyon kg'lık bir azalma söz konusu olmuştur. Bu yaklaşık %5'lik bir azalma demektir (Brookes and Barfoot, 2008). Bt mısır kullanımı nedeniyle insektisit kullanımındaki azalmalar ülke bazında incelendiğinde ise, en büyük transgenik bitki üreticilerinden olan Arjantin'de % 0, Güney Afrika'da % 10, ABD'de % 8'dir (Qaim ve ark., 2008). En büyük mısır üreticisi olan Arjantin'de Bt mısır ekiminin insektisit kullanımını azaltma bakımından hiçbir yararının olmaması oldukça dikkat çekicidir.



Şekil 3. Alan çalışmalarında transgenik (Bt) ürünlerin hedef olmayan canlılara etkilerine ilişkin meta analizi (A) Transgenik ürünlerin, insektisit kullanılmamış klasik ürünlerin karşılaştırılması, (B) Transgenik ürünlerin, insektisit kullanılmış klasik ürünlerle karşılaştırılması (Naranjo, 2009)

4. YASAL DÜZENLEMELERE İLİŞKİN GELİŞMELER

Bilindiği gibi, AB Ülkeleri'nde öncelikle GDO'ların Pazara Sunulması (90/220/EEC), Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (Rio Sözleşmesi - 1992), Akdeniz Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitliliği Sözleşmesi (10 Haziran 1995), Çevre Hukuku'nun Uygulanması (COM/96, 22.10.1996), GDO'ların Bilimsel Çalışmalarda Kısıtlı Kullanımı (90/219/EEC, 98/81/EC), GDO İçeren Yeni Gıdaların Pazara Sunulması (EC/258/97), GDO'ların Sınır ötesi Hareketleri (Cartagena Sözleşmesi, 29 Ocak 2000, 24 Mayıs 2000 AB Onayı) ve GDO'ların Çevreye Kasten Salınması (Araştırma Amaçlı) (2001/18/EC) olmak üzere birçok sözleşme yürürlüğe girmiş olup, günümüzde bu düzenlemelerle GDO'ların kullanımı ve ticareti sıkı bir biçimde denetlenmektedir.

Türkiye'de ise çevre koruma ile ilgili düzenlemeler, 1975 yılında imzalanan ve 1976 yılında yürürlüğe giren ve özel çevre koruma bölgeleri oluşturulmasını öngören Barselona Sözleşmesi ile başlamıştır. 1982 Anayasası'nın 56., 57., 58. ve 63. maddeleri, 1983 yılında yürürlüğe giren 2872 sayılı Çevre Yasası, 1979 yılına imzalanıp, 1984 yılında TBMM tarafından onaylanan "Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi" (Bern Sözleşmesi), 1992 yılında imzalanan "Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi" (Rio Sözleşmesi), 1998 yılında çıkarılan "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat" ve 2000 yılında imzalanıp 2003 yılında yürürlüğe giren Cartagena Protokolü bu konuda önemli kilometre taşlarını oluşturmaktadır.

Türkiye'nin, 1998 tarihinde yürürlüğe koyduğu "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat", genetik yapısı değiştirilmiş organizmalarla ilgili ulusal düzeyde ilk düzenleme girişimini oluşturmaktadır. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından yapılan bu düzenleme çalışmaları, transgenik organizmaların üretilmesi ve pazara sürülmesi konularını da kapsamaktadır.

Türkiye'nin uluslararası düzeydeki ilk girişimini ise, 17 Haziran 2003 tarihinde TBMM tarafından onaylanan "Cartagena Biyogüvenlik Protokolü" oluşturmaktadır. Cartagena Biyogüvenlik Protokolü'nün amacı, modern biyoteknolojinin özellikle Türkiye gibi biyolojik çeşitliliği zengin olan ülkeleri olası zararlara karşı korumaktır. Genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların (GDO) çevreye salınımının, ticari boyutta kontrol altına alınmasını hedeflenmektedir. Böylelikle, Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda öne çıkarılan "İhtiyat İlkesi"ne uygun olarak GDO'ların bilinçli ve güvenli biçimde kullanımı sağlanarak, insan ve çevre sağlığına ilişkin oluşabilecek olumsuzlukların önlenmesine çalışılacaktır. Bunun için uluslararası ticarete çeşitli kurallar ve sınırlamalar getirilmektedir. Ticarete konu olan ürünlerin satın alan ülkeye girişinde, ürünün satan ülkede izinli olması ve alınan ürünün genetik özellikleri hakkında bilgilendirilmesi koşulu ön plana çıkmaktadır. İhtiyat ilkesine aykırılığın söz konusu olması durumunda, satın alan ülke "Biyogüvenlik Takas Kurumu"ndan yardım alabilmektedir. Satın alan ülkenin ulusal düzenlemesinin bulunmaması durumunda, protokole göre, satan ülke, risk değerlendirmeleri ile birlikte, kurumun kararını esas alabilmektedir (Anonim, 2003).

Görüldüğü gibi, transgenik ürünlerin değerlendirilmesinde hukuksal boyut, özellikle ülkelerin transgenik ürünlerin kullanımına ilişkin yasa ve yönetmeliklerinin hazırlanmasında büyük önem taşımaktadır. 1 Mayıs 1999'da yürürlüğe giren Amsterdam Anlaşması'nın 174. maddesi, Avrupa Çevre Politikası'nın dayanacağı, üye ülkelere somut yükümlülükler getiren ve oluşturulacak mevzuatın yorumlanmasında yol gösterebilecek ilkeleri 6 madde halinde toplamıştır. Buna göre; (1) Çevre korumanın AB politikalarına entegre edilmesi anlamına gelen "Bütünleyicilik İlkesi", (2) AB'nin farklı bölgelerindeki çeşitli durumları da hesaba katarak yüksek düzeyde çevre korumayı amaçlayan "Yüksek Düzeyde Koruma İlkesi, (3) Belli bir hareketin çevre açısından olumsuz ve zararlı sonuçlar oluşturabileceği hakkında ciddi şüpheler varsa bilimsel kanıtın net olarak ortaya çıkmasını beklemeden yani geç kalmadan önlem alma anlamına gelen "İhtiyat İlkesi", (4) Zararın tam olarak ortaya çıkmasından önce, yani erken dönemde, gerekli önlemlerin alınmasını sağlayan "Önleme İlkesi" (5) Çevresel zararın öncelikle kaynağında önlenmesi gerektiğini belirten "Kaynakta Önleme İlkesi" ve (6) Çevreye zarar verenlere tüm zararları karşılama yükümlülüğü getiren "Kirlenen Öder İlkesi" (Sarıkaya, 2004).

Bilindiği gibi, transgenik ürünler de, her yeni üründe olduğu gibi, hukuksal açıdan öncelikle "İhtiyat İlkesi"ne göre değerlendirilmektedir. Bu ilkenin içeriğini oluşturan bilimsel belirsizlik, çevresel zarar riski, bulguların inandırıcı olmaması, kesin bilimsel kanıt bulunmaması ve geri dönüşmez zarar riski gibi öğeler dikkate alındığında, bu bildiride irdelenen transgenik ürünlere ilişkin meta analizi

sonuçları da, başta “İhtiyat İlkesi” olmak üzere AB Çevre Politikası’nda yer alan tüm ilkelerin dikkate alınması gerektiğini bir kez daha göstermektedir.

Ulusal düzenlemesi bulunmayan Türkiye, 2005 yılında AB uyumu çerçevesinde bir ulusal biyogüvenlik yasa taslağı hazırlamıştır. Üzerinde yapılan tartışmalardan sonra bazı değişikliklerle birlikte 2009 yılında TBMM gündemine getirilmiştir. Son şekli hakkında yeterli düzeyde bilgi alınamayan ve çeşitli kurumlarca önerilen değişikliklerin yapılmaması konusunda kuşklar bulunan taslak hakkında günümüzde tartışmalar sürmektedir.

Yasa tasarısı ile ilgili olarak, Cartagena Protokolü’nün felsefesi göz önünde bulundurulmakla birlikte, AB direktiflerine uyumu ve Türkiye’nin coğrafi yapısı ile özellikle biyolojik çeşitliliğinin korunması konularına yeterli özenin gösterilmediği kanısı yaygındır. Tasarının, ülkemizdeki teknolojik gelişmeyi ve modern biyoteknolojiye yönelik araştırmaları sınırlamadan, bir sisteme bağlayan yapıda olmaması; organik tarım, geleneksel tarım ve GDO’ların üretimi ile ilgili düzenlemeleri içermemesi; üretici ve tüketicilere seçme hakkı tanıyacak ve aynı zamanda GDO ürünlerinin izlenebilirliği ve etiketlenmesini sağlayacak biçimde olmaması dikkat çekicidir.

Biyogüvenlik Kurumu olarak sorumluluk almayan; insan, hayvan, mikroorganizma ve çevre sağlığı ile biyoçeşitliliğin korunmasında önemli eksiklikleri bulunan; GDO ticaretini kolaylaştırıcı, buna karşın, oluşabilecek tehlike ve zararlardan sadece bu ticareti yapacak olanları sorumlu tutan ve önemli kavram karışıklıklarının olduğu bu yasa tasarısının, biyogüvenliği sağlamada yeterli olduğu söylenemez.

Öte yandan, Anayasa Mahkemesi’nin, 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesi”ne ilişkin kanunun 2 maddesini iptal ettiği 08.01.2009 tarihli kararı, TBMM’nde görüşülmeyi bekleyen “Ulusal Biyogüvenlik Kanun Tasarısı”nı da bir açıdan ilgilendirmesi nedeniyle önem taşımaktadır. Anayasa Mahkemesi, bu kanunda 5. ve 23. maddeleri Anayasa’nın 7. ve 128. maddelerini ihlal ettiği gerekçesiyle iptal etmiştir. İptal edilen 5. maddenin ikinci fıkrasında Tarım Bakanlığı tarafından yetkilendirilecek kamu ve özel laboratuvarların kuruluş, çalışma izin ve denetimi ile ilgili usul ve esasların yönetmelikle belirleneceğini öngörmektedir. Anayasa Mahkemesi, bu konuda yasa ile düzenleme yapılmaksızın idareye düzenleme yapma yetkisinin verilmesini Anayasa’nın 7. maddesine, yasama ilkesinin devredilmezliği ilkesinin ihlali nedeniyle, aykırı bulmuştur. Kanunun 23. maddesinin dördüncü fıkrasının ikinci tümcesi ise, Anayasa’nın 128. maddesine aykırı bulunmuş, “kanun kapsamında gıda kontrol ve denetim hizmetlerini yapacak olanların seçimi ve yetiştirilmesine ilişkin esasların yönetmelikle belirlenir” tümcesi iptal edilmiştir.

Anayasa Mahkemesi’nin bu kararı, mecliste görüşülmekte olan biyogüvenlik yasa tasarısında da iptal edilen maddelere benzer maddelerin olması bakımından önem taşımaktadır. Bu yasa tasarısının mecliste görüşülecek olan şekli hakkında bir bilgi verilmemekle birlikte, elimizde olan taslağın son şeklinde, örneğin Madde 7-1’de, “Biyogüvenlik Kurumu yönetmeliklerle düzenlenen kurallara göre izindeki koşullarla ve ilgili tedbir ve rehberlerle uyumu belirlemek amacıyla da herhangi bir alanı, tesisi, aracı veya aleti denetleme yetkisine sahiptir”; Madde 8-3-ç’de, “Kanunun uygulanması için gerekli olan araştırmaları ve analizleri yapmak üzere laboratuvar ve enstitüleri kurmak, görevlendirmek, özel sektörün, üniversitelerin, belediyelerin ve kamu kurum ve kuruluşlarının laboratuvarlarını ve diğer tesislerini yetkilendirmek, kullanılacak analiz testlerinin geliştirilmesi, testlerin kabulü ve uygulanması ile ilgili usul ve esasları belirlemek”; Madde 8-3-k’da, “Protokolün uygulanması, hükümlerine uyulması, uluslararası rapor verme yükümlülüklerinin yerine getirilmesi, protokol ve ilgili diğer anlaşma ve düzenlemelerin hazırlanma ve uygulanma sürecinde ülke politikasının belirlenmesi ve temsil edilmesi için düzenlemeler yapmak”; 8-3-ç’de, “Genetik olarak değiştirilmiş bitkilerin ve genetik olarak değiştirilmemiş bitkilerle beraber yetiştirilmeleri ile ilgili kuralları belirlemek”; Madde 11-11-c’de , “Kanun kapsamına giren konularda diğer düzenleyici mevzuatları yapmak ve kararlar almak”; Madde 13-13’de, “Kurum personelinin mesleğe giriş ve yeterlik sınavlarına, görev yetki ve sorumluluklarına, çalışma esas ve usullerine ilişkin hususlar kurul kararıyla yürürlüğe konulacak yönetmelikle düzenlenir” maddeleri, Anayasa Mahkemesi’nin 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesi”ne ilişkin kanunda iptal ettiği maddeler büyük benzerlik göstermektedir. Bu durum, çıkacak olan “Ulusal Biyogüvenlik Kanunu”nun hukuksal açıdan da önemli sorunlarının olduğunu açıkça göstermektedir.

Türkiye'de GDO'larla ilgili en son gelişme ise, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından hazırlanan ve 26 Ekim 2009 tarihinde yürürlüğe giren "Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik"tir (Anonim 2009a). Bu yönetmelik ile tohumluklar dışındaki GDO'ların ticaretinin yapılmasına olanak sağlanmaktadır. Ulusal biyogüvenlik yasağının olmadığı bir ülkede GDO ticaretini serbest bırakan bir yönetmeliğin çıkması, en iyimser bir bakışla, acelecilik olarak kabul edilebilir. Yönetmelik içerik açısından değerlendirildiğinde ise, önemli konularda tartışmaya neden olacağı açıkça görülmektedir. Yönetmeliğin başlangıcında GDO tanımında "GDO içerdiği halde GDO olmayan" ve "Kısmen GDO" gibi bilimsel olmayan kavramlar dikkati çekmektedir. Bir ürün ya GDO'dur ya da değildir. Bunun sınırlarının net olarak belirlenmemesi uygulamada büyük sorunlara neden olabilir. Yönetmelikte yer alan ve önemli işlevleri olan "Komite"nin ise doğru kararlar alabilmesi için, tanımında da belirtildiği gibi, bağımsız olması son derece önemlidir. Ancak, komite üyelerinin bakanlık tarafından belirlenmesi ve tüm işlemlerinde bakanlığa karşı sorumlu olması daha başlangıçta bağımsız çalışabilme koşullarını ortadan kaldırmaktadır. Öte yandan, yönetmelikte yer alan, "GDO'suz ürünlerin etiketinde, GDO'suz olduğuna dair ifadeler bulunamaz" maddesini anlamak mümkün değildir. Bu örneklerin dışında daha bir çok maddede tartışmalara neden olabilecek ve mutlaka yeniden değerlendirilmesi gereken konular yeni yönetmelikte yer almaktadır. Nitekim, hukuk çevrelerinden ve sivil toplum kuruluşlarından gelen tepkiler üzerine 20 Kasım 2009 tarihli ek bir yönetmelikle, özellikle etiket ve bilim kurulu konularında, önemli değişiklikler yapılmıştır (Anonim, 2009d). Ancak, kısa bir süre sonra, Danıştay 10. ve 13. Daireleri Müşterek Kurulu'nun 02 Aralık 2009 tarihinde aldığı kararla, yönetmelik tümüyle yürürlükten kaldırılmıştır. Yürürlükten kaldırılan yönetmeliğin içeriğinde bulunan bir çok konu önceden hazırlanmış olan Biyogüvenlik Yasa Taslağı'nda da yer aldığından, yasanın çıkması halinde, aynı tartışmaların tekrar gündeme gelmesi söz konusudur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Biyoteknoloji alanında yapılan çalışmalar yoğun olarak devam etmektedir. Yeni teknolojik ürünlerin başarılı bir şekilde kullanılması, genetik materyal özellikleri ve biyolojik sistemlerin fonksiyonları hakkındaki bilgilerin sürekli olarak geliştirilmesini gerektirmektedir. Günümüzde, küresel anlamda, modern biyoteknoloji çalışmaları birçok alanda başarıyla kullanılmakla birlikte, en yaygın kullanımın, en riskli alan olan bitkisel biyoteknolojide olduğu görülmektedir. Biyoteknoloji ile ilgili ekonomik göstergeler, bu bilim dalından yararlanma olanaklarının önümüzdeki dönemlerde daha da artacağını göstermektedir.
- Dünyada ticari olarak üretimine 1996 yılında başlanılan transgenik bitkilerin ekim alanı günümüzde 125 milyon hektara ulaşmıştır. Son yıllarda, bakteri ve virüs kökenli genlerin aktarılmasıyla ot öldürücülere (herbisit), hastalıklara ve zararlılara dayanıklı çok sayıda yeni çeşit geliştirilmiştir. Sağlık ve çevre açısından birçok riskin söz konusu olması nedeniyle, özellikle AB Ülkeleri'nde, kısıtlayıcı düzenlemelerin yürürlüğe konulmasına karşın, başta ABD olmak üzere bazı ülkelerde transgenik mısır, soya, kolza ve pamuk gibi önemli bitkilerin ekimi yaygın olarak yapılmaktadır.
- Genetik yapısı değiştirilmiş bitkilerin büyük bir bölümü doğrudan insan ve hayvan gıdası olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin dünyada ham madde olarak piyasa değeri 2008 yılında 7.5 milyar USD'dir. Bu değer 2009 yılında 8.3 milyar USD'na ulaşacağı beklenmektedir.
- Günümüzde belirgin olarak ortaya çıkmış olan su eksikliği ve küresel ısınmadan kaynaklanan kuraklığın, gelecek yıllarda daha da etkili olacağı bir gerçektir. Bu nedenle, transgenik bitkilerde de bu konunun çözümü için çalışmalar yapılmakta olup, ikinci 10 yıllık dönemde (2006-2015) bitkilere aktarılabilecek en önemli özellik olarak kurağa dayanıklılık konusu seçilmiştir.
- Transgenik çeşitlerin kullanımı ile ilgili olarak özellikle biyoyakıt konusu da dikkati çekmektedir. Transgenik bitki üreten ülkelerde, başta ABD olmak üzere, 2008 yılında özellikle mısırdan elde edilen etanol olmak üzere bazı tahıllardan elde edilen biyodizel üretimi ile birlikte biyoyakıt üretiminde önemli artış olmuştur.
- Biyoteknoloji, ülkelerin bazı gereksinimlerinin karşılanmasında yararlanılabilecek bir araçtır. Ancak, bu gereksinimlerin sürekli ve güvenli bir biçimde karşılanabilmesi için, ülkelerin kendi

biyoteknolojik ürünlerini, kendi koşullarına uygun biçimde üretebilmeleri amacıyla araştırma kapasitelerini geliştirmeleri gerekmektedir.

- Türkiye'de transgenik bitkilerin üretilmesi yasal olarak mümkün olmamakla birlikte, ürünlerinin kullanılması ve ticaretinin yapılması yeni çıkarılan yönetmelikle kurallar çerçevesinde serbest bırakılmıştır. Ulusal biyogüvenlik yasası bulunmayan Türkiye'nin bu ürünlerin ticaretine başlaması son derece sakıncalıdır. Biyogüvenlik yasasının çıkmasından sonra ise, transgenik ürünlerin ticaretinde daha da önemli önemli gelişmeler beklenmektedir. Transgenik çeşitlerin ticaretinde alıcı ülke konumunda olan Türkiye, bu çeşitleri yetiştirmeye başlayarak üretici ülke konumuna geçmesiyle ortaya çıkabilecek yeni gelişmelere karşı hazırlıklı olmalıdır.
- Türkiye bazı yıllarda soya, pamuk ve mısır gibi bitkilerde dışalım yapmaktadır. Bu dışalımın, transgenik bitkilerin yoğun olarak yetiştirildiği ABD, Brezilya ve Arjantin gibi ülkelere yapılması önemli endişelere neden olmaktadır. Gümrüklerde hızlı analizler yapabilecek laboratuvarların kurulması endişelerin giderilmesi açısından zorunludur.
- Türkiye'de özellikle pamuk ve mısırdaki dışalım yıllara göre, önemli düzeyde farklılık göstermektedir. Bu durum, söz konusu ürünlerin iklime ya da üreticilere bağlı olduğunu, yeterli önlemlerin alınması halinde dışalığa gereksinim duyulmayacağını açıkça göstermektedir.
- Biyoteknolojik ürünlere ilişkin teknolojinin uluslararası şirketlerin tekelinde olması ve bu ürünlerin tohumluğunun çok pahalı olması, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere kullanılması durumunda, başta dışa bağımlılık olmak üzere önemli ekonomik sıkıntıları da beraberinde getirmesi kaçınılmazdır.
- Bitkisel üretimde sorunların giderilmesinde ülkesel klasik ıslah programlarına öncelik verilmelidir. Nitekim, Tarım Bakanlığı Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından klasik ıslah yöntemleri ile sap ve koçan kurduna dayanıklı melez mısır çeşitlerinin tescil edilerek üreticinin kullanımına sunulması çok önemli bir gelişmedir.
- Günümüzde *Bt* ürünlerinin yarar ve zararlarının tartışıldığı çok sayıda araştırma ve bunların yayımlandığı yüzlerce makale bulunmaktadır. Makalelerde bu ürünlerin yarar ve zararları vurgulanmakta ve farklı görüşler ortaya atılmaktadır. Bu durum, başta üreticiler ve tüketiciler olmak üzere, büyük kitlelerin karar vermede sıkıntıya düşmelerine neden olmaktadır.
- Yaygın olarak ekimi yapılan transgenik bitkiler soya, mısır ve pamuk olup, aktarılan yeni özelliklerin başında ise zararlılara ve ot öldürücülere (herbisit) dayanıklılık gelmektedir. Bu nedenle, araştırmaların çoğunluğu bu bitkiler ve aktarılan özelliklerin çevreye etkisi üzerine yapılmıştır. Bu araştırmaların tümü istatistiksel bir yöntem olan meta analizi ile değerlendirilerek, tüm çalışmalardan ortak bir sonuç çıkarılması, karar verme sürecine yardımcı olabilir.
- Bu konuda yapılan tüm laboratuvar çalışmaları değerlendirildiğinde, *Bt* proteinlerinin hedefi olmayan böceklerin *Bt* proteinleri ile karşılaştıklarında, bir kısmının dayanıklı bir kısmının ise dayanıksız olduğu belirlenmiştir. Zararlıların doğal düşmanları olan canlıların *Bt* proteinlerinin etkisinde kalmaları halinde, özellikle predatörlerin gelişim oranlarında istatistiksel açıdan önemli düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir. Ancak, *Bt* proteinlerinin bu canlıların canlılıklarına herhangi bir olumsuz etkisi belirlenmemiştir. Üreme oranında belirlenen azalmalar ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır. Ürün sistemlerinde önemli artropod'ları temsil eden arılar, kral kelebekleri ve ipek böcekleri gibi canlıların ve *Bt* ürünlerinin özel hedefi olmayan otçul böcekler ve tozlayıcı böceklerin de *Bt* proteinlerine farklı tepki gösterdikleri belirlenmiştir. Otçul zararlıların gelişmelerinde ve canlılıklarında önemli düzeyde azalma görülmesine karşın, tozlayıcılar bu öğeler bakımından *Bt* proteinlerinden etkilenmemişlerdir.
- Bu konuda yapılan tüm alan denemeleri irdelendiğinde ise, zararlılarla mücadelede önemli bir yeri olan doğal düşmanların insektisitlerden de *Bt* pamuktan da önemli ölçüde olumsuz yönde etkilendiği; *Bt* mısırdaki doğal düşmanların belli oranda azalmasına karşın bu azalmanın istatistiksel açıdan önemli olmadığı, *BT* patatesinde ise insektisit kullanımına bağlı olmaksızın doğal düşmanların miktarının önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir.

Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi

- Araştırmalar, çalışmanın yapıldığı laboratuvar ya da alan denemelerine göre de hedef olmayan organizmaların tepkilerinin farklı olduğunu göstermektedir. Laboratuvar çalışmalarının, kontrolün daha iyi sağlanması bakımından, alan denemelerine oranla daha güvenilir olduğu belirlenmiştir.
- Araştırmalar genel olarak değerlendirildiğinde *Bt* ürünleri ile insektisit kullanımında azalma olduğu söylenebilmektedir. Ancak, bu değerlendirme ürün bazında ayrı ayrı yapıldığında farklı sonuçlar alınabilmektedir. Buna karşın, ilaç kullanımındaki azalmalar, bazı hedef dışı zararlı gruplarında ve özellikle tırtıllarda popülasyonun artmasına neden olmuştur. Bu artış beraberinde bu zararlılara karşı ilaç kullanımının da artmasına yol açmıştır.
- *Bt* ürünlerinin hedefi olmayan organizmaların tepkileri, *Bt* ürünlerinin cinslerine göre önemli düzeyde farklılık göstermektedir. Bitki dokularındaki *Bt* proteinlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak etkisinde kalan değişik organizmalarda gelişme, üreme ve canlılık ölçütleri bakımından bu farklılık açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu durum, çevresel riskin devam ettiğini ve bu konudaki değerlendirmelerin sürdürülmesi gerektiğini göstermektedir.
- Bu toplu değerlendirme sonucu da GDO'ların etkileri hakkında genelleme yapmanın doğru olmayacağını göstermiştir. Özel ürünler, özel koşullar için geliştirilmektedir. Bu nedenle, kullanılacak ürünlerin mutlaka ülkenin coğrafi konumuna, kullanım alanına, üretici ve tüketicinin isteklerine göre ayrı ayrı değerlendirmesi gerekmektedir.
- Biyoteknolojik işlemler ve biyoteknoloji ürünleri, güvenlik ve yararlarının sürdürülebilirliği açısından devamlı izlenmek zorundadır. Bu nedenle, bitkisel biyoteknolojinin büyümesini kısıtlayabilen ve bazı durumlarda istenmeyen sağlık ve güvenlik sonuçlarına neden olabilen faktörlerin hızla giderilmesi gerekmektedir.
- Türkiye'de modern biyoteknoloji ve bunun içinde yer alan bitkisel biyoteknoloji başlangıç aşamasında olup, birçok kurumda temel biyoteknoloji çalışmaları yapılmakla birlikte, henüz transgenik çeşit geliştirme aşamasına gelinebilmiştir. Bu nedenle, Türkiye transgenik bitki geliştiren değil, bu çeşitleri kullanma potansiyeli olan ülke konumunu günümüzde de sürdürmektedir.
- AB Ülkeleri'nde GDO'ların pazara sunulması, biyolojik çeşitlilik, özel koruma alanları, çevre hukuku, GDO'ların bilimsel çalışmalarda kullanımı, GDO'ların sınır ötesi hareketleri ve GDO'ların çevreye salınması gibi konularda bir çok sözleşme yürürlükte olup, günümüzde bu düzenlemelerle GDO'ların kullanımı ve ticareti sıkı bir biçimde denetlenmektedir.
- Türkiye ise, transgenik organizmaların sınır ötesi hareketlerini düzenleyen "Cartagena Protokolü"nü imzalamakla biyolojik çeşitliliğin korunması, biyolojik kaynakların sürdürülebilir nitelikte kullanılması, bu konuda bilinç düzeyinin yükseltilmesi, yasal düzenlemelerin yapılması ve teşvik siteminin getirilmesi gibi konularda sorumluluk almıştır. Protokol temel olarak transgenik organizmaların olumsuz etkilerinden çevreyi korumayı amaçladığından özellikle transgenik tohumlukların ticaretinde önemli etkisinin olması beklenmektedir.
- Biyogüvenlik yasası bulunmayan Türkiye'nin, AB Ülkeleri ile karşılaştırıldığında, bu konuda çok gecikmiş olduğu açıkça görülmektedir. Bitkisel biyoteknolojinin çok yönlü olarak ele alınması gereken kapsamlı bir alan olması nedeniyle Türkiye'de, coğrafi yapısı ile bitkisel gen kaynaklarının durumu gibi özel koşulları da dikkate alınarak, Avrupa Birliği'nin bu konudaki kurallarının benimsenmesine ve uluslararası sözleşmelerden kaynaklanan yükümlülüklerin yerine getirilmesine özen gösterilmelidir.
- Türkiye'de her türlü yasal düzenlemelerin tek elden yapılmasını sağlayacak şekilde organize olunmalıdır. Bu nedenle, Avrupa Birliği'nin bu konudaki kurallarının benimsenmesinin ve uluslararası sözleşmelerden kaynaklanan yükümlülüklerin yerine getirilmesinin yanında, Türkiye'nin biyoçeşitlilik açısından özel koşullarının da dikkate alındığı bir "Biyogüvenlik Yasası"nın çıkartılması kaçınılmazdır.
- 2009 yılında TBMM gündemine gelen yasa tasarısı ile ilgili olarak önemli kuşklar bulunmaktadır. Biyogüvenlik Kurumu olarak hiç bir sorumluluk almayan; insan, hayvan, mikroorganizma ve çevre sağlığı ile biyoçeşitliliğin korunmasında önemli eksiklikleri bulunan;

GDO ticaretini kolaylaştırıcı, buna karşın, oluşabilecek tehlike ve zararlardan sadece bu ticareti yapacak olanları sorumlu tutan ve önemli kavram karışıklıklarının olduğu bu yasa tasarısının, çeşitli kurumların önerileri doğrultusunda yeniden ele alınarak ciddi bir biçimde düzeltilmesi gerekmektedir.

- Türkiye'nin bitkisel biyoteknolojiden yararlanmasına ilişkin temel politikası, biyoteknoloji ve genetik mühendisliği tekniklerini öncelikle, klasik ıslah çalışmalarını desteklemede kullanması olmalıdır. Kısa dönemde, yasal düzenlemeler yapılabilecek ve laboratuvar ağı kurulana kadar GDO'lu ürünlerin kullanımına izin verilmeyerek yasa dışı girişlere karşı, gümrüklerde acilen teknik önlemler alınmalı; uzun dönemde ise, bu ürünleri hazır alıp kullanan değil, kendi zengin bitkisel gen kaynaklarından yararlanarak ve bitkisel kökenli genler kullanarak transgenik çeşit geliştiren ülke konumuna gelmeyi sağlayan projeler uygulamaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, (1988). Guidance for the registration of pesticide products containing *Bacillus thuringiensis* as an active ingredient. NTIS PB 89-164198.
- Anonim, (2003). Cartagena Biyogüvenlik Protokolü, Anıl Matbaa ve Ciltevi, Ankara, 78 s.
- Anonim, (2009a). Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 26 Ekim 2009 tarihli Resmi Gazete, Sayı: 27388.
- Anonim, (2009b). FAOSTAT. <http://www.faostat.fao.org>
- Anonim, (2009c). MON 810 Environmental risk assessment case study. www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810
- Anonim, (2009d). Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, 20 Kasım 2009 tarihli Resmi Gazete, Sayı: 27412
- Beck, E., Ludwig, G., Auerswald, E.A., Reiss, B. and Schaller, H. (1982). Nucleotide Sequence and Exact Localization of the Neomycin Phosphotransferase Gene from Transposon Tn5. *Gene* 19: 327-336.
- Bergelson, J., Purrington, C.B. and Wichmann, G. (1998). Promiscuity in transgenic plants. *Nature* 395: 25.
- Bergmans, H. (1993). Acceptability of the use of antibiotic resistance genes as marker genes in transgenic plants. P. 106-108. *In: OECD Report on the Scientific Approaches for the Assessment of Research Trials with Genetically Modified Plants*. April 6-7, 1992. Jouy-en-Josas.
- Bett, K.S. (1999). Mounting Evidence of genetic pollution from GE crops growing evidence of widespread GDO. www.purefood.org/ge/gepollution.cfm
- Brookes, G., and P. Barfoot. 2008. Global impact of biotech crops: Socio-economic and environmental effects, 1996-2006. *AgBioForum*, 11(1): 21-38.
- Crickmore, N., Zeigler, D.R., Feitelson, J., Schnepf, E., van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J. and Dean, D. (1998). Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal *Crystal* proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 62: 807-813.
- De Vries, J. and Wackernagel, W. (1998). Detection of *nptII* (kanamycin resistance) genes in genomes of transgenic plants by marker-rescue transformation. *Mol. Gen. Genet.* 257:606-613.
- Doerfler, W., Schubert, R. (1998). Uptake of foreign DNA from the environment: the gastrointestinal tract and the placenta as portals of entry. *Wien Klin Wochenschr* 110(2): 40-44.
- Duffy, M. (1999). Who Benefits from Biotechnology? http://www.econ.iastate.edu/research/webpapers/who_Benefits_from_Biotech.pdf
- Ermakova, I. (2006). Proceedings of the Conference Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment December 1st 2005, Literaturhaus, Frankfurt/Main, Germany Freiburg, April 2006 Katja Moch (Ed.), pp, 41-47.
- Ermakova, I., Marshall, A., Chassy, B., McHughen, A., Giddings, V. and Moses, V. (2007). GM soybeans and health safety - a controversy reexamined, followup controversy. *Nature Biotechnology*, 25, 9, pp 1351-1360.
- Fitt, G. (2008). Have *Bt* crops led to changes in insecticide use patterns and impacted IPM? *In: Romels, J., Shelton, A.M. and*

- Kennedy, G.G. (eds) Integration of Insect-Resistance Genetically Modified Crops within IPM Programs, Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 303-328.
- Fraleigh, R.T., Rogers, S.G., Horsch, R.B., Sanders, P.R., Flick, J.S., Adams, S.P., Bittner, M.L., Brand, L.A., Fink, C.L., Fry, J.S., Galluppi, G.R., Goldberg, S.B., Hoffman, N.L. and Woo, S.C. (1983). Expression of bacterial genes in plant cells. Proc. Natl. Acad. Sci., 80: 4801-4807.
- Gebhard, F. and Smalla, K. (1998). Transformation of *Acinetobacter* sp. Strain BD413 by transgenic sugar beet DNA. Applied and Environmental Microbiology, 64 (4): 1550- 1554.
- Gebhard, F. and Smalla, K. (1999). Monitoring field releases of genetically modified sugar beets for persistence of transgenic plant DNA and horizontal gene transfer. FEMS Microbiol. Ecol., 28: 261-272.
- Graham, J. (1999). Food: Soy allergies increases by 50% in 1998 - due to GM soy? <http://www.gene.ch/genet/1999/Mar/msg00051.html>
- Hawtin, R.E., Arnold, K., Ayres, M.D., Zanotto, P.M., Howard, S.C., Gooday, G.W., Chappell, L.H., Kitts, P.A., King, L.A. and Possee, R.D. (1995). Identification and preliminary characterization of a chitinase gene in the *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus genome. Virology, 212: 673-685.
- Hilbeck, A., Baumgartner, M., Fried, P.M. and Bigler, F. (1998). Effect of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Environmental Entomology, 27: 480-487.
- Hoffman, T., Golz, C. and Schieder, O. (1994). Foreign DNA sequences are received by a wild-type strain of *Aspergillus niger* after co-culture with transgenic higher plants. Current Genetics 27: 70-6
- Hoxter, K.A. and Lynn, S.P. (1992a). Activated *Btk* HD-1 protein: a dietary toxicity study with green lacewing larvae. Study Number WL-92- 155, an unpublished study conducted by Monsanto Company and Wildlife International Ltd. EPA MRID no. 43468003.
- Hoxter, K.A. and Lynn, S.P. (1992b). Activated *Btk* HD-1 protein: a dietary toxicity study with ladybird Beetles. Study Number WL-92-156, an unpublished study conducted by Monsanto Company and Wildlife International Ltd. EPA MRID no. 43468005.
- Höfte, H. and Whiteley, H.R. (1989). Insecticidal Crystal Proteins of *Bacillus thuringiensis*. Microbiol. Reviews, 53: 242-255.
- James, C. (2008). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008. ISAAA Brief No. 39. ISAAA: Ithaca, NY.
- Kania, J., Keck, P.J. , Levine, E. and Sanders, P.R. (1995). Molecular analysis of insect-protected corn line MON 810. Report Number MSL-14382, an unpublished technical report by Monsanto Company.
- Kishore, G. and Shah, D. (1988). Amino acid biosynthesis inhibitors as herbicides. Ann. Rev. Biochem., 57: 627-663.
- Klee, H.J. and Rogers, S.G. (1987). Cloning of an Arabidopsis Gene Encoding 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate Synthase: Sequence Analysis and Manipulation to Obtain Glyphosate-Tolerant Plants. Mol. Gen. Genet., 210: 437-442.
- Losey, J.E., Raynor, L.S. and Carter, M.E. (1999). Transgenic pollen harms monarch larvae [scientific correspondence]. Nature, 399: 214.
- MacIntosh, S.C., Stone, T.B. Sims, S.R., Hunst, P., Greenplate, J.T., Marrone, P.G., Perlak, F.J., Fischhoff, D.A. and Fuchs, R.L. (1990). Specificity and efficacy of purified *Bacillus thuringiensis* proteins against agronomically important insects. J. Insect Path., 56: 258-266.
- Marvier, M., McCreedy, C., Regetz, J. and Kareiva, P. (2007). A meta-analysis of effects of *Bt* cotton and maize on nontarget invertebrates. Science, 316:1475-1477.
- Naranjo, S.E. (2009). Impact of *Bt* crops on non-target invertebrates and insecticide use patterns. CAB Rev. Perspectives Agric. Vet. Sci. Nutrit. Nat. Resour., 4 (11): 23.
- Nielsen, K. M., Smalla, K., van Elsas, J.D. (2000). Natural Transformation of *Acinetobacter* sp. Strain BD413 with Cell Lysates of *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas fluorescens*, and *Burkholderia cepacia* in Soil Microcosms. Appl. Environ. Microbiol. 66: 206-212.
- Nordlee, J.A., Taylor, S.L., Townsend, J.A., Thomas, L.A, and Bush, R.K. (1996). Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. New Engl. J. Med. 334 (11): 688-692. 1996.
- Odell, J.T., Nagy, F. and Chua, N-H. (1985). Identification of DNA sequences required for activity of the cauliflower mosaic virus 35S promoter. Nature, 313, 810-812.
- Oplinger, E.S., M.J. Martinka, and Schmitz, K.A. (1999). Performance of transgenetic soybeans - Northern US. Presented to the ASTA Meetings, Chicago.
- Paget, E. and Simonet, P. (1997). Development of engineered genomic DNA to monitor the natural transformation of *Pseudomonas stutzeri* in soil-like microcosms. Can. J. Microbiol., 43: 78-84.
- Pawlowski, W.P. and Somers, D.A. (1996). Transgene inheritance in plants genetically engineered by microprojectile bombardment. Mol. Biotechnol., 6: 17-30
- Pearson, W. and Lipman, D. (1988). Improved tools for biological sequence comparison. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 85: 2444-2448.
- Perreten, V., Schwarz, F., Cresta, L., Boeglin, M., Dasen, G. and Teuber, M. (1997). Antibiotic resistance spread in food. Nature, 389: 801-802.
- Pryme, I.F. and Lembcke, R., (2003). In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed-with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. Nutrition and Health, (17): 1-8.
- Qaim M, Pray C.E. and Zilberman D. (2008). Economic and social considerations in the adoption of Bt crops. In: Romeis J,

Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi

- Shelton AM, Kennedy GG, editors. Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops with IPM Systems. Springer, Berlin, Germany; p. 329-356.
- Rissler, J. and Mellon, M. (1993). Perils amidst the promise. Ecological risks of transgenic crops in a global market. Union of Concerned Scientists, Cambridge, MA.
- Robertson, H.M. and Lampe, D.J. (1995). Recent horizontal transfer of a mariner transposable element among and between Diptera and Neuroptera. *Mol. Biol. Evol.*, 12: 850-862.
- Rochester, D.E., Winer, J.A. and Shah, D.M. (1986). The structure and expression of maize genes encoding the major heat shock protein, hsp70. *EMBO J.*, 5: 451-458.
- Rosenberg, M.S., Adams, D.C. and Gurevitch, J. (2000). MetaWin Version 2: Statistical Software for Meta-Analysis. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA.
- Sarıkaya, H.Z. (2004). Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Çevre Politikaları ve Uygulamaları. *SKKD*, 14 (1): 1-10.
- Salyers, A. (1997). Horizontal gene transfer between prokaryotes. Nordic Seminar on Antibiotic Resistance Marker Genes and Transgenic Plants, p. 8-16. June 12-13, 1997, Oslo, Norway. The Norwegian Biotechnology Advisory Board.
- Schluter, K., Futterer, J. and Potrykus, I. (1995). Horizontal gene-transfer from a transgenic potato line to a bacterial pathogen (*Erwinia-chrysanthem*) occurs, if at all, at an extremely low-frequency. *Bio/Technology*, 13: 1094-1098.
- Schubert, R., Renz, D., Schmitz, B. and Doerfler, W. (1997). Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen, and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 94: 961-966.
- Sleisenger, M.H. and Fordtran, M.D. (1989). Gastrointestinal Disease, Volume 1. In: Pathophysiology Diagnosis Management, 4th, ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA.
- Smalla, K., Wellington, E. and van Elsas, J.D. (1997). Natural background of bacterial antibiotic resistance genes in the environment. Nordic Seminar on Antibiotic Resistance Marker Genes and Transgenic Plants, p. 8-16. June 12-13, 1997, Oslo, Norway. The Norwegian Biotechnology Advisory Board. Stewart, K.K., Food Composition and Analysis in the Assessment of the Safety of Food Produced by Biotechnology, *Food Technology*, March 1992, 103-107.
- Timko, M.P., Herdies, L., de Alameida, E., Cashmore, A.R., Leemans, J. and Kreffers, E. (1988). Genetic Engineering of Nuclear encoded Components of the Photosynthetic Apparatus of Arabidopsis In: The Impact of Chemistry on Biotechnology - A Multidisciplinary Discussion. ACS Books, Washington, DC. pp. 279-295.
- Verzola, R. (2000). *The Genetic Engineering Debate*, BiotechInfoNet, Working Document 1.02, <http://www.biotech-info.net/verzola_GE_debate.pdf> (28/11/02).
- Vieira, J. and Messing, J. (1987). Production of Single Stranded Plasmid DNA. *Meth. Enzymol.*, 153: 3-11.
- Yang, M.L., Wu, H.H., Guo, Y.P., Ma, E.B. (2005). Biochemical characterizations of acetylcholinesterases of *Oxya chinensis* in two field populations. *Journal of Agro- Environment Science*, 24: 572-575.
- Yanisch-Perron, C., Vieira, J. and Messing, J. (1985). Improved M13 Phage Cloning Vectors and Host Strains: Nucleotide Sequences of the M13 mp18 and pUC19 Vectors. *Gene*, 33: 103-119.