

Dünyada genetiği değiştirilmiş ürünler pazar yapısı ve sosyo-ekonomik değerlendirme

Tuğba SARIHAN ŞAHİN*, Yılmaz ARAL**, Arzu GÖKDAI*

Öz: Ticari üretiminin 22. yılında GD bitkiler global düzeyde 1,5 milyar hektar ekilebilir arazinin yaklaşık % 12'sinde yetiştirilmektedir. Bu bitkiler 2016 yılında özellikleri açısından; %47 HT (herbisit toleranslı), % 12 Bt (insekt toleranslı) ve % 41 yığın özellikli ve tür açısından; soya fasulyesi (% 50), mısır (% 22), pamuk (% 12), kanola (% 5) ve diğer türler (% 11) şeklinde sınıflandırılmıştır. Genetik mühendisliği sayesinde hâlihazırdaki ürünler dışında yakın gelecekte; endüstriyel üretime daha uygun, farmasötik sanayi için önemli girdileri üretebilen, besleyici özelliği zenginleştirilmiş, kuraklık gibi zor iklim koşullarına, tuzluluk ve uygun olmayan pH seviyesi gibi çevresel stres faktörlerine ve zararlılara karşı dayanıklılığı artırılmış türlerin üretilmesi planlanmaktadır. Günümüzde üretilen GD bitkilerin çiftçilere ve üretici ülkelere fayda sağladığı çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir. Sürdürülebilirlik ve sosyo-ekonomik değerlendirme çalışmalarında bu ürünlerin avantaj ve potansiyel faydaları açıklanmıştır. Ancak GD ürünlerin kamuoyu tarafından kabul gördüğünü söylemek mümkün değildir. Bunun öncelikli nedenleri, alanla ilgili bilinmezlikler, önyargılar ve olası risk unsurlarının yarattığı endişe durumu olabilir. GD bitkiler hakkında oluşturulan risk

analiz raporları da bu bitkilerin insan sağlığına ve ekosisteme etkisini değerlendiren deneysel çalışmaların yapılması konusuna vurgu yapmaktadır. Gelecekte dünyayı besleme ve alternatif enerji kaynaklarının üretimi hususunda faydalı olabileceğinden bahsedilen bu ürünlerin potansiyelinden yararlanabilmek için üretim öncesinde uzman ekiplerin işbirliğiyle sağlık, biyogüvenlik ve sürdürülebilirlik yönüyle çeşitli Ar-Ge çalışmalarının yapılması önem taşımaktadır.

Anahtar sözcükler: Genetiği değiştirilmiş ürünler, genetik modifikasyon, pazar, sürdürülebilirlik, üretim

The market structure of genetically modified crops around the world and socio-economic assessment

Abstract: In the 22nd year of commercial production, GM crops are cultivated about 12% of 1,5 billion hectares of arable land on the world. To classify this crops in terms of traits in 2016; 47% HT (herbicide tolerant), 12% Bt (insect resistant) and 41% stacked traits and in terms of species; soybean (50%), maize (22%), cotton (12%), canola (5%) and other species (11%). Through the applications of genetic engineering, in addition to traits gained by currently available GM crops,

* Araş. Gör., Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği AD, 06110, Dışkapı-Ankara.

** Doç. Dr., Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği AD, 06110, Dışkapı-Ankara.

in the near future crop species which planned to be produced are; more suitable for industrial production, capable to produce important inputs for the pharmaceutical industry, biofortified and increased resistance to; difficult climate conditions such as drought, environmental stress factors such as salinity and unsuitable pH conditions and different pathogens. GM crops that are cultivated nowadays are mentioned in several studies which have benefits to farmers and the countries that produce these products. The advantages and potential benefits of these products are explained detailedly in the studies that consider socio-economic status and sustainability. However, it is not possible to say that GM crops are accepted by the public. Ambiguities about the field, prejudices and concerns related to possible risk factors may be the main reasons of this cautious attitude. Risk reports related to GM crops also emphasize to conduct empirical studies about the effects of these crops on human health and ecosystem. To obtain benefit from the potential of these products which are particularly said to be beneficial for feeding the world and production of alternative energy sources in the future, it is important to make research and development studies (r&d) for health, biosafety and sustainability in collaboration with specialists before cultivation.

Keywords: Genetically modified products, genetic modification, market, sustainability, production

Giriş

Yaklaşık 10.000 yıl önce, tarım devrimiyle birlikte gelişen bilinçli tarım toplulukları yabancı bitki türlerini kullanarak besin üretimini istikrarlı bir yapıya kavuşturmuştur. Kıtık sebebiyle meydana

gelen ölümlerin azalmasıyla birlikte artan nüfusun tüketim ihtiyacını karşılamak için insanlar, avcılık gibi görece zor bir faaliyeti geri planda bırakarak zaman içerisinde evcilleştirdikleri hayvanların ve yetiştirdikleri bitkilerin besleyici özelliklerinden yararlanmaya başlamışlardır. Üretimde sürekliliğin sağlanmasının yanı sıra, barınma ve sağlık koşullarında meydana gelen iyileşmeler ile birlikte 1900'li yılların başında 1,7 milyar olan dünya nüfusu 2016 yılının son çeyreğinde 7,4 milyara ulaşmıştır. 2050 yılı için bu rakamın 9,7 milyara ulaşacağı öngörülmektedir (5). Ulaşılması hedeflenen bu nüfusun yeterli beslenebilmesi açısından hali hazırdaki ürün verimliliklerinin en az % 60 civarında artırılması gerektiği belirtilmektedir (20). Diğer yandan küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi ekolojik problemler, ekilebilir ve sulak alanları tehdit etmekte ve gıdaların yeterli miktarda üretilmesi konusunda sürdürülebilir politikaların oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Uzmanlarca, küresel ısınmaya bağlı olarak yakın gelecekte sık bir şekilde kuraklık ve sel gibi felaketler yaşanacağı belirtilmektedir. Bu senaryolara karşı, zor iklim koşullarına kolay adapte olabilen dirençli türler geliştirilmesinin kayda değer bir yenilik olacağı düşünülmektedir. FAO verilerine göre tarımsal üretim, günümüzde dünya tatlı su kaynaklarının yaklaşık % 70'ini kullanmaktadır. 2050 yılı için hesaplanan yaklaşık 2 milyarlık nüfus artışı gerçekleştiğinde, bu kullanım oranının sürdürülebilir olması mümkün değildir. Dolayısıyla kuraklığa dayanıklı bitkilerin geliştirilerek kullanımının yaygınlaştırılması da uzun vadede büyük bir öneme sahip olacaktır.

Bitkisel üretimde genetik mühendisliği uygulamalarının anlamı, ıslah yoluyla elde

edilemeyecek nitelikler, verim ve direnç özelliklerinin mümkün kılınmasıdır (4). GD ürünlerin insanlığa getireceği temel faydalardan birinin de açlık problemlerine sunacağı çözüm olduğu düşünülmektedir. GD ürünlerin diğer bazı potansiyel faydaları; üreticileri ve çevreyi zehirli kimyasal maddelerden koruma, karbondioksit emisyonunda azalma sağlama, iyileşen toprak verimliliği ve azalan erozyon ihtimali, daha düşük girdi maliyetleri ve daha yüksek çıktidan dolayı işletme ve sektör bazında artan kârlılık oranı, işgücünden tasarruf etme ve arz artışına bağlı piyasa fiyatlarının aşağı çekilmesidir (47). Ticari olarak üretiminin 22. yılında GD ürünlerin sunduğu avantajlar önemli bir seviyeye ulaşmış ve bu bitkiler her geçen gün daha geniş ekim alanlarına yayılmıştır. Günümüzde dünya üzerindeki 1,5 milyar hektarlık ekilebilir arazinin yaklaşık % 12'sinde bu ürünler yetiştirilmektedir.

1. Dünyada GD Ürünler Üretimi ve Piyasa Yapısı

1.1. GD ürünlere genel bakış: Modern biyoteknoloji, günümüzde genetik, biyoloji, kimya, sağlık, gıda ve tarım gibi çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte en yaygın kullanımlarından biri tarım sektörüdür (34, 47). Terminolojide tarımla ilgili çalışmaların yapıldığı biyoteknoloji alanı "Yeşil Biyoteknoloji" olarak anılmaktadır. Biyoteknoloji sayesinde belirli bir türden klonlanmış gen/genlerin ilgili özellikleri, farklı bir türe aktarılabilmektedir. Güncel olarak bu alanda transgenik üretim (türler arası gen aktarımı) mümkün olup, yakın gelecekte aynı türden genlerin aktarılacağı çok yönlü ve daha gelişmiş özellikteki ürünlerin elde edilmesi de planlanmaktadır (20). Ekonomik bir faaliyet olması

dolayısıyla bitkisel üretimin temel girdisi olan tohum da zamanla önem kazanmış, tohumculuk ülkelerin tarım sektörleri açısından stratejik bir öneme sahip olmuştur (47). Genetik mühendisliği uygulamalarıyla üretilen tohumlar sayesinde elde edilen GD bitkilerde hedeflenen bazı agronomik özellikler; birim tarım alanından daha fazla ürün elde edilebilmesi, bitkilerin organoleptik özellikleri ile besin maddesi kompozisyonunun istenilen yönde değiştirilmesi (vitamin, aminoasit ve yağ asitlerince zenginleştirme vb.), insekt, bakteri, mantar ve virüs gibi zararlılara karşı direnç sağlanması neticesinde ilaç kullanım maliyetlerinin azaltılması ve çevre dostu üretim, olgunlaşmanın geciktirilmesi suretiyle uzun raf ömrü sağlanarak bozulmaların geciktirilmesi, bitkilerin herbisit gibi yabancı ot mücadelesinde kullanılan kimyasallara, kuraklık ve soğuk gibi zor iklim koşullarına, tuzluluk, uygun olmayan pH gibi olumsuz çevresel stres faktörlerine karşı dayanıklılığın artırılması neticesinde üretime elverişli olmayan arazilerde de üretim yapılabilmesinin sağlanmasıdır (44).

Transgenik bitkiler jenerasyon olarak üç grupta sınıflandırılmaktadır. Birinci Nesil GD bitkilerin; insekt (Bt) ve patojenlere, herbisitlere (HT), yüksek tuzluluk ve ağır metaller gibi kimyasallara ve kuraklık gibi çevresel stres faktörlerine dayanıklı olması hedeflenmektedir. 2016 yılında üretilen GD bitkilerin % 47'si HT, % 41'i yığın özellikli (birden fazla gen aktarımı yapılmış) ve % 12'si Bt özellikte olmuştur (21). İkinci nesil GD bitkilerde verim ve besin değeri artışı (biyofortifikasyon) hedeflenmekte olup geliştirme çalışmaları sürmektedir. Üçüncü nesil GD bitkilerden ise değerli farmasötik ürünlerin yanı sıra endüstriyel ürünler ve biyo-yakıt elde

edilmektedir. Günümüzde ikinci ve üçüncü nesil bitkiler çoğunlukla araştırma ve geliştirme, bir kısmı da üretim aşamasında olmakla beraber, GD bitki üretimi ağırlıklı olarak HT ve Bt birinci nesil bitkilerle sağlanmaktadır (16, 37).

Günümüz teknolojiyle hayvanların da genetiği değiştirilebilmekte, hayvanlardan faydalanılarak spesifik antimikrobiyaller, pıhtılaşma faktörleri, insülin, interferon, kanser ilaçları ve aşı gibi biyo-ilaç ve biyo-materyal üretim çalışmaları sürmektedir. Geliştirilmesi planlanan bir başka grup GD hayvanın, ihtiyaç sahibi insanlara transplantasyon yapılması amacıyla hücre, doku ve organların kaynağı olması hedeflenmektedir. Yine uzun vadede kuş gribi (AI) gibi bazı enfeksiyöz hastalıklara ve strese dirençli, yemden yararlanma gücü yüksek ve hızlı büyüyen, et ve sütleri istenen bileşimde olan ve atıklarında daha düşük seviyede çevre kirletici madde içeren GD hayvanların üretilmesi planlanmaktadır (15). Bununla birlikte bahsi geçen hayvanlar ve hayvansal kaynaklı ürünlerin üretimi etik kaygıları beraberinde getirdiğinden ve kapsamlı risk değerlendirmelerine tabi tutulmaları gerektiğinden üretim süreci oldukça yavaş ilerlemektedir. FDA verilerine göre ABD’de ticari amaçla pazarlanan GD hayvanlar medikal araştırmalar için geliştirilmiş laboratuvar hayvanları ve karanlıkta parlayan süs balıkları olmuştur. Tüm bunların kimliklendirilmesi ve izolasyonu zorunludur (15). Dünya genelinde gıda zincirine dahil olan ilk ve tek GD hayvan ise 2016 yılı itibariyle Kanada süpermarketlerinde satılan ve konvansiyonel yöntemle büyütülenlere kıyasla iki kat hızlı büyüyen yaklaşık 18 ayda market ağırlığına ulaşabilen somon balığı olmuştur.

1.2. Bitkisel üretim alanında biyoteknolojinin

tarihçesi: Biyoteknoloji ilk olarak 1919 yılınca Karl Ereky tarafından “Biyoteknolojik sistemler yardımıyla hammaddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemlerdir.” şeklinde tanımlanmıştır. Günümüzde ise biyoteknoloji “Özel bir kullanıma yönelik ürün ya da işlemleri dönüştürmek ya da oluşturmak için biyolojik sistem ve canlı organizmalar ile bunların türevlerini kullanan teknolojik uygulamalar” olarak tanımlanmaktadır.

Biyoteknoloji uygulamalarından önce, bitkisel üretimi güçleştiren koşulların üstesinden gelinmesini amaçlayan “Yeşil Devrim” adlı çalışmalar bütünü (1965-1985) dikkati çekmektedir. Bu dönemde bitkiler seleksiyon, gübreleme ve tarım ilaçları gibi geleneksel metotlarla ıslah edilmiştir. Ancak temel öncelik ürün verim ve kalitesini arttırmak olduğundan ve uygulama türleri için genetik çeşitlilikle sınırlı kaldığından bitkilerde hastalık direnç faktörlerinin gelişimi geri planda kalmış, duyarlı bitkileri koruyabilmek amacıyla da kimyasal mücadele uygulanmıştır. Kimyasalların kullanımı toprakta ve besin zincirinde birikim gösteren ve ayrışmadan uzun süre kalan tehlikeli kalıntılara sebebiyet vermiş, insan ve hayvan sağlığı açısından dezavantaj oluşturmuştur. Ayrıca bu işlemler ekstra maliyet ve iş gücü ihtiyacını beraberinde getirmiştir (22). Zaman içerisinde bu sorunların giderilmesi amacıyla gen aktarım teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. 1800’lerin başında DNA molekülünün keşfiyle başlayan biyoteknoloji çalışmaları ilerleyen dönemde rekombinant DNA molekülünün Paul Berg tarafından üretilmesiyle ivme kazanmıştır (32). İlk GD bitki alan denemesi

1986'da tütün bitkisinde gerçekleştirilmiş olup, ABD, Kanada, Fransa, İngiltere, Arjantin ve Meksika bu teknolojiye faydalanmıştır (47). Süreci takiben biyoteknolojinin bitkisel üretim açısından potansiyel ve avantajlarının farkına varan bazı hükümetler gen aktarım teknolojilerine onay vermiştir. 1985-2005 yıllarını kapsayan bu dönem "Biyoteknoloji Devrimi" olarak adlandırılmaktadır.

Ticari anlamda üretilen ilk GD bitki 1994'te FDA tarafından gıda ve yem amaçlı kullanımı onaylanan, geç olgunlaşma süresi sayesinde iyileştirilmiş nakliye, muhafaza ve işleme özelliklerine sahip domates bitkisi olmuştur (39). Günümüzde birçok bitki transgenik olarak üretilirken bunlar içinde en büyük pay soya, mısır, pamuk ve kanolaya aittir. Bu bağlamda altın pirinç, milyonlarca dolarlık bir yatırım ortaya konularak üretilen ve Vitamin A sentezi için gerekli beta-karoten açısından zengin bir GD üründür. Her yıl 250-500 bin çocuk A vitamini yetersizliğinden dolayı kör olmakta, bunların yarısından fazlası ölmektedir. Altın pirincin bu çocuklarda profilaktik amaçlı kullanımının büyük bir öneme sahip olduğu belirtilmektedir (45). Günümüzde altın pirincin çeşitli sorunlar nedeniyle vadettiği başarıya ulaşamamış olduğu ifade edilse de, bu gibi ürünlerin çeşitlendirilmesi ve ihtiyaç sahiplerine ulaştırılması beslenme yetersizliklerine bağlı hastalık ve ölüm vakalarının azaltılması bakımından önemlidir.

GD bitkiler biyoyakıt üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık % 90'ı fosil kökenlidir. Uzak olmayan bir gelecekte fosil yakıtlar tükendiğinde meydana gelebilecek petrol krizinin yanı sıra bu yakıtlardan

kaynaklanan egzoz emisyonuna bağlı gelişen çevre kirliliği değerlendirilmesi gereken konular arasındadır. Bu hususta alternatif, yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynakları arayışına girilmiştir. GD kanola, ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen biyodizel ve şeker kamışı ile mısır gibi tahıllardan elde edilen biyo-etanol ekolojik açıdan umut vadeden ürünlerdir (23). Muhtelif çevresel stres faktörlerine dayanıklılık genlerine sahip bitkisel ürünler üretilbildiğinde dünyada tarım için uygun görülmeyen bölgelerde dahi üretim yapılabilecektir. Ayrıca kuraklığa dayanıklı GD bitkiler tarımsal üretimde kullanılması planlanan su miktarını azaltarak tasarruf sağlanmasına yardımcı olabilecektir (44).

1.3. Çeşitli ülkelerde GD bitki üretimi ve sektörün pazar yapısı: GD bitkisel üretimde yıllara bağlı olarak meydana gelen artış Tablo 1'de görülmektedir.

GD bitkilerin uluslararası ölçekte üretimine 1996'da başlanmıştır. ABD, Çin, Arjantin, Kanada, Avustralya ve Meksika olmak üzere 6 ülkede 1,7 milyon hektar (ha) alanda başlanan üretim, 2016'ya gelindiğinde 185,1 milyon hektara ulaşmıştır. Ekim alanlarının dağılımı % 54 (99,6 milyon ha) ile gelişmekte olan ülkeler ve % 46 (85,5 milyon ha) ile gelişmiş ülkeler şeklinde olmuştur. 2016 yılındaki üretim 19'u gelişmekte olan ve 7'si gelişmiş olmak üzere 26 ülkede yer alan yaklaşık 18 milyon çiftçi tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çiftçilerin yaklaşık % 90'ı düşük gelir grubunda olup, küçük ölçekte işletmelerde üretim yapmaktadır (20, 21, 43). Ayrıca günümüzde 30'dan fazla ülke çeşitli GD ürünlerin ithalini gerçekleştirmektedir (24).

Küresel ölçekte GD bitki üretiminin 2015 ve 2016 yıllarında bitki türlerine göre dağılımı ve yüzdesel olarak değişimleri Tablo 2’de yer almaktadır (20, 21). Tablo 2’de görüldüğü gibi 2016 yılında global GD bitki ekili alanlarının % 50’sini soya, % 22’sini mısır, % 12’sini pamuk ve % 5’ini kanola bitkisi oluşturmuştur. Her geçen gün biyogüvenlik testlerini aşan yonca, şeker pancarı, papaya, kabak, patlıcan, patates gibi diğer bitkiler GD bitkisel üretim içinde pay sahibi olmaktadır. Pirinç, buğday, kavun, erik, gül ve hindiba gibi bitkilere ise genetik müdahale çalışmaları sürmektedir (8, 13).

Tablo 3’te 2015 ve 2016 yıllarında gerçekleştirilen GD bitkisel üretiminin ülkelere göre dağılımı yer almaktadır (20, 21). Tabloda yer alan ilk 18 ülke 50,000 ha ve üzerinde ekim yapmaktadır. 2016 yılında gerçekleşen GD bitki üretiminde kıtalar bazında % 88 ile Amerika kıtası başta gelmektedir (21). Ülke olarak ise ABD, 2016 yılında 72.9 milyon ha ekili arazisiyle global ekili alanların % 39’unu elinde bulundurarak pazarda lider konumuna ulaşmıştır. Bu rakam aynı zamanda, GD ürünlerden elde edilecek kârın üretici olan diğer ülkelerden daha fazla bir miktarda ABD’de kalacağını da ortaya koymaktadır.

Avrupa Birliği ülkelerinde üretime onay verilen tek GD bitki Bt MON810 mısırdır. Bu mısır çeşidi yerel olarak hayvan besleme amaçlı ve biyogaz üretiminde kullanılmaktadır. 2016 yılında sırasıyla İspanya, Portekiz, Slovakya, Çekya olmak üzere dört üye devlet GD mısır üretimi gerçekleştirmiş, toplamda yaklaşık 136 bin ha alanda Bt mısır üretilmiştir. İspanya bu üretimin 131 bin hektarını (% 90) tek başına gerçekleştirmiştir (11). GD ürünlere katı

yaklaşımlarıyla bilinen Avrupa ülkelerine karşın, İspanya’da ticari olarak 1998’de başlayan GD Bt mısır üretiminin günümüzde sürdürülmesindeki temel unsurun mısır kurdunun verdiği zararlardan korunmak olduğu ve üretimi reddeden üreticilerin bu davranışının değişime gönülsüz yaklaşımlarından kaynaklandığı bildirilmiştir (30). 2005 ve 2009 yılında gerçekleştirilen başka bir çalışmada İspanya’da üretimi gerçekleştirilen mısırın insektisit maliyetlerini azaltsa da yüksek tohum maliyetleri nedeniyle toplam üretim maliyetlerinde anlamlı bir değişiklik yaratmadığı, ancak zararlıların etkilerinden korunmak suretiyle 2009 yılı için İspanya’da ortalama % 11 seviyesinde bir verim artışı sağlandığı belirtilmiştir (31).

Avrupa Birliği ülkelerinde GD bitkisel üretim, onay için başvuranların gerçekleştirmesi gereken zorlu prosedürler ve çok uzun onay süresi gibi nedenlerle üretici ve yatırımcıları yıldırma, beklemekte olan başvuruların geri çekilmesine ve olası başvuruların hiç yapılmamasına neden olduğu için son derece sınırlı kalmaktadır. Bu sebeple bu alandaki özel sektör yatırımları Avrupa Birliği ülkelerinden dışarı çıkmış durumdadır (25). Kamuoyunun, GD ürünlere karşı tedbirli yaklaşımı nedeniyle 2003 yılına kadar Avrupa’daki GD üretim mevzuatı da oldukça katı bir şekilde seyretmiş, yapılan geniş çaplı risk analizlerinin iç rahatlatan neticeleri, zamanla bu üretime duyulan güveni bir nebze olsun arttırmıştır. Avrupa Birliği’nde, günümüze dek çeşitli amaçlarla kullanımı kabul edilen tüm GD ürünlerin güvenli olduğu kanıtlanmıştır (11). Yine, AB’de GD bitkisel üretimin çiftlik seviyesindeki faydalarına ve sosyo-ekonomik etkilerine yönelik yayımlar, üretimin bu ülkelerde kısıtlı olması nedeniyle

İspanya haricinde son derece sınırlıdır. Avrupa’da bu ürünlere yönelik araştırmalar daha çok birlikte mevcudiyet (co-existence), kamuoyunun kabulü ve çevresel etkiler üzerine yoğunlaşmış durumdadır (17). GD bitkileri yetiştirmeyen birçok AB ülkesi de, özellikle kanatlı ve diğer

hayvan yemlerinde kullanılmak üzere ya da gıda ve işleme gibi amaçlarla bu ürünleri ithal etmektedir.

Global ölçekte üretimi en fazla yapılan GD bitkilere dair bazı temel bilgiler alt başlıklar halinde aşağıda yer almaktadır;

1.3.1. Soya fasulyesi: Soya fasulyesi çeşitli endüstriyel üretim alanlarında, gıda ve

Tablo 1: Global genetiği değiştirilmiş bitki ekili alan miktarları, 1996-2016 (19, 21)

Table 1: Global area of biotech crops, 1996-2016

Yıllar	Ekili Alan (Milyon Ha)	Endeks (1996=100)
1996	1,7	100
1997	11	647
1998	27,8	1.635
1999	39,9	2.347
2000	44,2	2.600
2001	52,6	3.094
2002	58,7	3.452
2003	67,7	3.982
2004	81	4.764
2005	90	5.294
2006	102	6.000
2007	114,3	6.723
2008	125	7.352
2009	134	7.882
2010	148	8.705
2011	160	9.411
2012	170,3	10.017
2013	175,2	10.305
2014	181,5	10.676
2015	179,7	10.570
2016	185,1	10.888
Toplam	2.149,7	-

yem sanayinde ve biyo-yakıt üretiminde kullanılmaktadır. Günümüzde üretilen GD soya fasulyesinin en önemli özelliği HT olmasıdır. Ayrıca soya fasulyesinin besin kompozisyonunun (yüksek oleik düşük linoleik asit, zenginleştirilmiş metiyonin, azaltılmış polisakkarit ve alerjen

içeriği vb.) değiştirilmesiyle iyileştirilmiş ürün kalitesi gibi özellikler de mümkün kılınmıştır. GD soya teknolojisi ABD üreticilerinin gözünde yabancı ot kontrolü sağlayan ve zaman tasarrufuna olanak vererek toprağı koruyan bir sistem olarak görülmektedir. Dünya GD bitki ekim alanlarının

yarısı sadece soya fasulyesine, dünya toplam soya fasulyesi ekim alanlarının yaklaşık % 83'ü GD soya fasulyesine aittir. GD bitkisel üretimde ilk sırada yer alan ABD'de yetiştirilen soya fasulyesinin % 90'ından fazlası ve 3. sırada yer alan Arjantin'de yetiştirilen soyanın neredeyse tamamı GD HT'dir. Bu miktarda bir adaptasyona yol açan önemli faktörler arasında zaman tasarrufu, kullanım kolaylığı, mekanik anlamda başarısız yabancı ot temizliğinin risklerini ortadan kaldırması, toprağın korunması ve sağlanan verim artışı olduğu belirtilmektedir.

1.3.2. Mısır: Dünya mısır üretiminin üçte ikisinden fazlası hayvan yemi üretimi amacıyla değerlendirilmektedir. Bunun dışında biyogaz ve biyo-yakıt üretiminde mısırdan yararlanılmaktadır. Dünya üzerinde yetiştirilen mısırın arazi ölçeğinde yaklaşık % 30'u GD'dir. Ekilen toplam GD ürünlerin ise global ölçekte % 22'sini mısır oluşturmaktadır. GD mısır ekim alanları diğer GD bitkilere kıyasla dünyada daha fazla ülkede bulunmaktadır. GD üretimde birinci sırada yer alan ABD'de ise toplam mısır ekim alanlarının % 80'den fazlası GD'dir. Geliştirilmiş GD mısırın

Tablo 2: 2015 ve 2016 yıllarında GD bitki türlerinde ekili alan miktarları, milyon ha
Table 2: Distribution of biotech crops by crop, between 2015 and 2016, million hectare

Bitki Türleri	2015	%	2016	%	+/-	%
Soya	92,1	51	91,4	50	-0,7	-1,0
Mısır	53,6	30	60,6	22	+7,0	+13,0
Pamuk	24,0	13	22,3	12	-1,7	-7,0
Kanola	8,5	5	8,6	5	+0,1	+1,0
Yonca	1,0	<1	1,2	<1	+0,2	+20,0
Şeker Pancarı	0,5	<1	0,5	<1	0	0
Papaya	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Diğerleri	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Toplam	179,7	100	185,1	100	+5,4	+3,0

temel özelliği HT ve Bt olmasıdır. ABD'nin orta batısında bulunan eyaletleri kapsayan bir araştırmada GD mısır kullanımının verim değerleri üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı ancak genel olarak kullanılan tüm girdilerin (sermaye, işçilik, enerji, kimyasallar vb.) kullanımında sağlanan azalmaya bağlı olarak fayda maliyet oranı yaklaşık 5,2 olarak saptanmıştır (31).

1.3.3. Pamuk: Pamuk günümüzde yağ üretiminin yanı sıra tekstil ürünleri, hayvan yemi, gıda katkı maddeleri ve banknot gibi çok farklı üretim alanlarında kullanılmaktadır. Günümüzde GD bitkilere yönelik olarak yürütülen sosyo-ekonomik

çalışmaların önemli bölümü pamuk üzerinedir çünkü küçük ölçekli işletmeler yaygın olarak bu bitkiyi üretmektedir. Bu noktada pamuğun, kırsal kalkınmada önemli bir rolü bulunmaktadır. Bt pamuğun üretimi ilk olarak Hindistan'da gerçekleşmiş olup günümüzde bu ülkede yetiştirilen pamuğun % 90'ından fazlası GD'dir. İlerleyen zamanlarda Çin ve ABD de Bt pamuk üretmeye başlamıştır. Bt pamuk sayesinde, insektisit kullanımı önemli ölçüde azalmakta (Çin'de % 65, Hindistan'da % 41) bununla birlikte verimlilik de artmaktadır (Çin'de % 24, Hindistan'da % 38). Özellikle tropikal bölge ülkelerinde, diğer ülkelere

kıyasla pest yoğunluğu daha fazla olduğu için bu faydalar net bir şekilde gözlenebilmektedir (31). Bt pamuk üretimiyle birlikte özellikle pamuk kurdunun ürün miktar ve kalitesindeki olumsuz etkisinin azaltıldığı ortaya konmuştur. Üretime yansıyan pozitif ekonomik etkilerin, üretimin

gerçekleştiği bölgeye, pest yoğunluğuna, üretim tekniklerine ve kullanılan tohumun çeşidine göre farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Örneğin Hindistan gibi, iyi derecede pest mücadelesinden yoksun ve düşük verim seviyesine sahip ülkeler Bt pamuk yetiştirerek ürün verimliliğini % 50'lere

Tablo 3: GD bitki ekili alanların ülkelere göre dağılımı (2015-2016), milyon ha

Table 3: Distribution of biotech crops by country between 2015 and 2016, million hectares

	Ülke	2015	%	2016	%	+/-	%
1	ABD*	70,9	39	72,9	39	2,0	3
2	Brezilya*	44,2	25	49,1	27	4,9	11
3	Arjantin*	24,5	14	23,8	13	-0,7	-3
4	Kanada*	11,0	6	11,6	6	0,6	5
5	Hindistan	11,6	6	10,8	6	-0,8	-7
6	Paraguay*	3,6	2	3,6	2	0	0
7	Pakistan*	2,9	2	2,9	2	0	0
8	Çin*	3,7	2	2,8	2	-0,9	-24
9	Güney Afrika*	2,3	1	2,7	1	0,4	17
10	Uruguay*	1,4	1	1,3	1	-0,1	-7
11	Bolivya*	1,1	1	1,2	1	0,1	9
12	Avustralya*	0,7	<1	0,9	<1	0,2	29
13	Filipinler*	0,7	<1	0,8	<1	0,1	14
14	Myanmar*	0,3	<1	0,3	<1	0	0
15	İspanya*	0,1	<1	0,1	<1	0,1	0
16	Sudan*	0,1	<1	0,1	<1	0,1	0
17	Meksika*	0,1	<1	0,1	<1	0,1	0
18	Kolombiya*	0,1	<1	0,1	<1	<0,1	<0,1
19	Vietnam	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
20	Honduras	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
21	Şili	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
22	Portekiz	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
23	Bangladeş	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
24	Kosta Rika	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
25	Slovakya	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
26	Çekya	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
27	Burkina Faso	0,5	<1	--	--	--	--
28	Romanya	<0,1	<1	--	--	--	--
	Toplam	179,7	100	185,1	100	5,4	3,0

varan oranlarda arttırabilmektedir. Daha yüksek verim değerlerine sahip olan ve iyi derecede pest mücadelesi yapabilen Avustralya ve ABD gibi ülkeler ise böyle bir üretim neticesinde pestisit maliyetlerinde % 16 ile % 70 oranında değişen bir azalma sağlamaktadırlar (26).

1.3.4. Kanola: İhtiva ettiği erüsik asit ve glukosinolat maddeleri nedeniyle uzun yıllar kolza üretimi zirai açıdan avantajlı bulunmamıştır. Ancak ıslah çalışmalarıyla kolzadan kanola üretimi gerçekleşmiş ve bu sayede kötü içeriklerin bitki içerisindeki oranı azaltılmıştır. Günümüzde kanola yağı insan gıdası olarak tüketilebilmekte, küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilmekte ve bu bitki aynı zamanda çeşitli endüstriyel üretim kollarında ve biyo-dizel üretiminde kullanılmaktadır. Kanolada gelecekte geliştirilmesi planlanan bazı özellikler diğer tüm GD bitkilerde olduğu gibi olumsuz iklim koşullarına dayanıklılığın yanı sıra zenginleştirilmiş aminoasit, beta-karoten, sterol ve EPA-DHA gibi omega-3 yağ asidi içeriğidir.

2. GD Ürünlerin Sürdürülebilirlik, İklim Değişikliği ve Gıda Güvenliği Üzerine Etkileri

Dünyada GD ürünlerin üretimi, endüstri paydaşları, biyoteknoloji uzmanları, gıda işleyicileri, perakendeciler, bilim adamları, gıda uzmanları, tüketiciler ve çiftçiler gibi bazı kesimlerce destek görmekte, bu kapsamda GD ürünler sayesinde dünyada artan nüfusu beslemeye yetecek kadar üretim yapılabileceğini, aynı zamanda tarımda sektörel ve çevresel sorunlara çözüm olabileceğini düşünmektedir (1, 44). Çeşitli sivil toplum kuruluşları gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilen biyoteknoloji projeleriyle gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik açıdan güçsüz çiftçileri desteklemeyi amaçlamaktadır.

Çünkü dünya üzerindeki yoksul insanların yaklaşık % 75'i küçük toprak sahibi çiftçi veya tarım işçisidir. GD bitkisel üretimin bu anlamda, gelişmekte olan ülkelerin gelir dağılımı adaletine olumlu bir katkı yapabileceği belirtilmektedir. Ancak fikri mülkiyet hakları, yüksek tohum fiyatları ve yetersiz altyapı yoksul çiftçilerin direkt olarak GD tohumlarına ulaşmasına engel olmaktadır (37).

GD bitkilerin sürdürülebilirlik üzerine etkileri temel olarak dört başlık altında toplanabilir:

I- Yaklaşık 1,5 milyar hektarlık küresel ekilebilir alan dünya nüfusu artışı karşısında yetersiz kalmakta, kişi başına düşen ekilebilir alan miktarı yıldan yıla azalmaktadır. Yeni ekilebilir alan arayışı mera, sulak alan ve ormanların tahrip edilmesine ve ekosistemin zarar görmesine neden olmaktadır. 1990 yılından bu yana, total olarak Güney Afrika yüz ölçümüne eşit (129 milyon ha) orman alanı bu sebeple yok olmuştur (14). Gelişmekte olan ülkelerde ortalama yıllık 13 milyon hektarlık bir alanın yine bu amaçla kaybedildiği görülmektedir. GD bitkiler, mevcut ekilebilir arazi üzerinde ekstra yeni bir alana ihtiyaç duymadan sadece verim arttırarak üretim artışı gerçekleştirdiğinden, ormanlık alanların tahrip edilmesi engellenmektedir. Örneğin 1996 - 2015 üretim yılları arasında 574 milyon tonluk GD bitki üretimi gerçekleşmeseydi aynı miktarda üretim için yaklaşık olarak 174 milyon hektarlık bir ekilebilir alana ihtiyaç duyulacağı, böylelikle değerli bölgelerin tahribi ile birlikte biyoçeşitliliğin de zarar göreceği ifade edilmektedir (20, 21).

II- GD bitkilerin üretimi sera gazı salınımını iki temel yolla azaltarak iklim değişikliği sürecini geciktirebilmektedir. Bunlardan ilki, daha az

toprak işleme gereksinim duyulmasına bağlı fosil yakıtların ve daha dirençli türler sayesinde insektisit ile herbisit spreylere kullanımında sağlanan azalmaya bağlı olarak karbondioksit salınımında gerçekleşen azalmadır. İkinci olarak, HT bitkilerin üretimiyle birlikte toprak işleme neredeyse hiç gerek kalmayacağından toprakta karbon tutulumu mümkün kılınarak karbon döngüsü muhafaza edilebilecektir. GD bitkilerin üretiminde 2015 yılında CO₂ emisyonu 26,7 milyar kg azalmıştır. Bu rakam yaklaşık 12 milyon aracın trafikten çekilmesine eşdeğerdir. Bt ve HT GD ürünler sayesinde insektisit ve herbisit kullanımları da önemli ölçüde azalmış ve bu ürünleri kullanmanın çevrede sebep olabileceği olumsuz etkiler azaltılmıştır. 1996 yılından 2015 yılına kadar GD üretimle birlikte pestisit kullanımında 619 milyon kg'lık bir tasarruf sağlandığı ve bu durumun çevreye ve üretici maliyetlerine olumlu bir geri dönüşü olduğu rapor edilmektedir (7, 21).

III- GD tohumların üretimi sonucunda çeşitli hastalık ve zararlılara karşı yaratılan dayanıklılık hali sayesinde bitkilerde ürün kaybı azaldığı için toplam üretimde artış sağlanabilmekte ve bu verim artışı olarak ifade edilmektedir. GD ürünlerin dayanıklılık özelliği sayesinde çiftlik seviyesinde sağlanan verim artışı miktar açısından gıda güvencesine olumlu katkı sağlamakta ayrıca bu maddelerin daha uygun fiyatlı temin edilebilmesi mümkün olabilmektedir (47).

IV- GD bitki üretimi 2014 yılında Çin, Hindistan, Pakistan, Myanmar ve Burkina Faso gibi gelişmekte olan ülkelerde bulunan 16.5 milyon yoksul çiftçiye istihdam ve gelir imkanı yaratmış, bu çiftçilerin aileleri de hesaba katıldığında yaklaşık 65 milyon insana ekonomik

katkıda bulunmuştur. Bu açıdan GD bitkisel üretim kırsal bölgelerdeki yoksulluğu gidermeye yönelik önemli bir üretim sahası olmuştur (20). Subramanian ve Qaim'in (2010) Bt pamuk üretiminin Hindistan'ın kırsal istihdam ve hane halkı gelirine etkisini ortaya koyan çalışmalarında, bu teknolojinin yarattığı artan verim sayesinde hasat işleminin gerçekleştirilmesi için özellikle kadın tarım işçilerine ve pamuk üretimiyle ilgili diğer ticaret ve hizmet sektörlerine istihdam imkânı yarattığının gözlemlendiği bildirilmiştir (38).

Global ölçekte GD bitki üretiminin etkilerini ortaya koymak amacıyla 2014 yılında son 20 yıl içinde basılmış 147 bilimsel çalışmanın sonuçlarından yararlanılarak bir meta analiz çalışması yapılmıştır. Bu bilimsel çalışmada HT soya fasulyesi, mısır ve pamuk ile Bt mısır ve pamuk incelenmiştir. Her bir bilimsel çalışma, gerçekleştirildiği ülke ve coğrafi bölge ile kullanılan GD bitkinin özelliğine ve yılına göre farklılık arz etse de GD soya fasulyesi, mısır ve pamuk üretiminin anlamlı ve çok yönlü faydaları olduğu ortaya konmuştur. 1995 ile 2014 üretim yıllarını kapsayan süreçte bu teknolojinin ortalama olarak kimyasal pestisit kullanımını % 37 ve pestisit maliyetini % 39 oranında azalttığı, ürün verimliliklerini yaklaşık % 22 oranında ve çiftçilerin kârlılıklarını yaklaşık % 68 oranında arttırdığı ortaya konulmuştur. Verim artışı ve pestisit kullanımında azalma durumu insekt toleranslı bitkilerde, herbisitlere toleranslı bitkilere kıyasla daha belirgin olmuştur. Verim artışları ve kâr marjları gelişmekte olan ülkelerde, gelişmiş ülkelere kıyasla daha yüksek seviyede bulunmuştur. Çalışmada sosyo-ekonomik parametreler açısından elde edilen sonuçlar

küresel ölçekte gerçekleştirilen diğer erken dönem çalışmaları destekler nitelikte olmuştur (20, 28).

3. GD Bitki Üretimini Çeşitli Ülkeler Düzeyinde ve Global Ölçekte Sosyo-Ekonomik Etkileri

GD bitkilerin sosyo-ekonomik öneminin kavranması noktasında öncelikli olarak dirençli bitkiler sebebiyle daha az ürün kaybı oluşması ve buna bağlı olarak şekillenen arz artışı, GD tohumların pahalılığı nedeniyle toplam maliyette belirli bir artış meydana gelse de şekillenen üretim artışının bunu ne ölçüde kompanze edebildiği ve bu sürecin fiyat teşekkülüne etkisi, GD üretimin sürdürülebilirliğe etkisi ve buna bağlı olarak yeterli miktarda gıdaya ulaşılabilirliğin sağlanması, ulusal gelir ve istihdam yaratma ile yatırım ve finansman konularına etkisi ile bireysel ve toplumsal refahın nasıl değiştiği gibi konuların incelenmesi gerekmektedir.

GD ürünler sektörünün çeşitli modeller kullanılarak paydaşlar üzerinde ve global düzeyde yarattığı ekonomik refah artışının değerlendirilmesi neticesinde bu sektörün tohum geliştirerek pazarlayan şirketlere kâr ve üretici çiftçilere daha adil bir gelir seviyesi sunulması gibi imkanlar sunduğu belirtilmektedir. Bu üretimle birlikte pestisit ve kimyasallara daha az maruz kalındığından iyileştirilmiş hayat kalitesi, artan verimlilik ve ürün kalitesi gibi avantajlar elde edilirken diğer yandan tüketicilerin daha uygun fiyatlı ve daha iyi kalitede ürünlere, çeşitli sektördeki üreticilerin ise yüksek nitelikteki hammaddelere (yem, tekstil ve biyo-yakıt sektörü) ulaşması sağlanmaktadır. Bu teknolojinin olumsuz etkileyeceği kesimin ise pazar payını kaybedebilecek olan firmalar (insektisit ve diğer

zirai kimyasal üreticileri vb.) ile GD teknolojisini benimsemeyen çiftçiler olduğu belirtilmektedir (18, 31). GD tohumların 2016 yılında global pazar değeri 15,8 milyar dolar olmuştur. Pazar değeri, GD tohumların satış fiyatlarını ve teknoloji ücretlerini kapsamaktadır. Bu rakam 45 milyar dolarlık global ticari tohum pazar değerinin % 35'ini oluşturmaktadır (20).

Avrupa Birliği'nde 2025 yılına kadar ekilebileme ihtimali olan, AB tarımsal yapısına uyumlu 12 GD bitkinin potansiyel ekonomik faydalarını sektör paydaşları üzerinden Delphi tekniği ile araştıran bir çalışma 2017'de Jones ve ark. (25) tarafından yapılmıştır. 12 GD bitki - özellik kombinasyonu, faydalarının girdi (üreticiye verimlilik ve maliyet açısından fayda sağlayabilecek 7 bitki- IR patates, PT patates, DT buğday, HT soya fasulyesi, HT şekerpancarı, DT mısır, HT-IR mısır) veya çıktı yönlü (ürün kalitesinde ve karlılıkta iyileşme sağlayacak 5 bitki- ekmek yapımı konusunda geliştirilmiş özellikli buğday, çölyak hastaları için düşük protein oranlı buğday, besleyici özelliği zenginleştirilmiş soya fasulyesi, omega-3 yağı üreten kanola, doymuş yağ oranı düşük kanola) olmasına göre 2 alt gruba ayrılmıştır. Anket çalışması farklı kıtalardan 26 deneyimli uzman ile 2 turda tamamlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre girdi yönlü alt grupta incelenen 7 bitkinin 5'inin maliyetlerde azalma sağlayacağı (% 4.47'den % 5.89'a kadar değişen oranlarda) 2'sinin ise maliyetlerde artışa neden olacağı (DT mısır % 0,80 ve DT buğday % 2,38) hesaplanmıştır. Bitkilerin öngörülen verim artış oranları incelendiğinde en düşük ve en yüksek verim artışının patates bitkisinde (IR patateste % 3,75, PT patateste % 9,14) olacağı belirlenmiştir. Çıktı yönlü incelenen

alt gruptaki bitkilerin tamamının yüksek tohum maliyetleri sebebiyle konvansiyonel emsallerine göre maliyet artışına neden olacağı saptanmıştır. Bununla birlikte sağlık açısından avantaj sunan bu ürünlere yönelik tüketici talebinde artış meydana gelebileceği için üreticilerin ürünlerini daha yüksek fiyattan pazarlayabileceği düşünülmüştür. Ancak bu ürünlerin sadece niş pazarda yer alacağı düşünülmüş ve üreticilerin azınlıkta olan bir grubunun artan karlılıktan yararlanabileceği belirtilmiştir. Çıktı yönlü alt grupta yer alanlardan en yüksek fiyata satılabileceği düşünülen ürün çölyak hastaları için düşük protein oranlı buğday (% 9,5) olurken yüksek fiyattan satılabilecek bir diğer ürün ise omega-3 yağı üreten kanola (% 8,93) olmuştur. En düşük kar marjıyla satılabilecek ürün ise geliştirilmiş ekmek yapımı özellikli buğday (% 6,33) olarak bulunmuştur (25).

GD bitkisel üretime bağlı olarak 1996-2015 yılları arasında çiftçiler 167,8 milyar \$ kazanç elde etmişlerdir. Bu kazancın dağılımı 81,7 milyar dolar ile gelişmiş ülkeler ve 86,1 milyar dolar ile gelişmekte olan ülkeler şeklinde olmuştur. Ülkeler seviyesinde bu 20 yıllık kazancın dağılımı incelendiğinde ise ilk sırada 73 milyar \$ ile ABD yer almakta ve onu sırasıyla Arjantin (21,1 milyar \$), Hindistan (19,6 milyar \$), Çin (18,6 milyar \$), Brezilya (16,4 milyar \$), Kanada (7,3 milyar \$) ve diğer ülkeler (11,8 milyar \$) izlemektedir (21). Ekonomik kazanımların yanı sıra çiftçiler insektisit uygulamalarında % 50'den fazla tasarruf sağlamış, aynı zamanda sürdürülebilir ekolojik koşulların sağlanması adına da önemli bir adım atılmıştır (20).

GD bitkilerin 1996'dan itibaren ticari olarak üretilmesiyle birlikte bu ürünlerden elde edilen ekonomik kazanımlar Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde 1996-2015 yılları arasında GD ürünlerin üretiminde azalan üretim maliyetleri sebebiyle 46,9 Milyar \$ tasarruf edilirken bu ürünlerin verim artışı sayesinde 120,9 Milyar \$ seviyesinde bir gelir elde edilmiştir. Global üretimde ilk 4'te yer alan GD bitkinin toplam verimlilikleri ise 574 milyon ton olmuştur.

GD bitkilerin çiftlik seviyesindeki ekonomik etkilerini inceleyen sistematik bir derlemede, konuya ilişkin makalelerin ekonomik parametreleri istatistiksel olarak incelenmiştir. GD bitki tohumlarının konvansiyonel tohumlara kıyasla % 97 oranında daha pahalı olduğu ve bu üretimdeki toplam değişken maliyetlerin konvansiyonel üretime kıyasla % 23 daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Diğer yandan GD üretimde brüt kârın % 81 ve net kârın % 66 oranında daha fazla olduğu belirtilmiştir. Derlemede çiftlik düzeyinde kârlılık oranları GD üretimde % 75 daha fazla, çiftlik düzeyindeki maliyetlerin ise yine GD üretim için % 40 daha fazla olduğu hesaplanmıştır (19). Bununla birlikte Lemaux (30), GD üretimin potansiyel pozitif etkileri olduğunu ancak GD ürünlerin performansının zaman ve lokasyona bağlı olarak farklılık gösterebileceğinden ve bu ürünlerin net ekonomik etkilerinin değerlendirilmesinde tek bir metodun yeterli olamayacağını bildirmiştir.

GD bitkilerin çiftlik seviyesinde maliyet ve faydalarını (verimlilik, tohum, pestisit ve işçilik masrafları, brüt kâr oranı gibi parametreler incelenerek) ortaya koymayı amaçlayan bir meta analiz çalışmasında konvansiyonel ürünlere göre GD ürünlerin gözle görülür bir verim artışı

sağladığı belirlenmiş, bununla birlikte GD üretimde pestisit masrafları daha düşük ancak tohum masrafları yüksek bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları da diğer araştırmalara paralel olarak GD ürünlerin yüksek ekonomik performansla sahip olduğunu desteklemiştir. Çalışmada değinilen bir diğer önemli husus, GD ürünlerden elde edilen faydaların ülke ve bölgeler arasında farklılık arz ettiğidir. Bunun kaynağının özellikle o bölgedeki pest yoğunluğu olduğu düşünülmektedir (17).

Bt Pamuk, HT soya fasulyesi ve Bt mısırın verim, üretim maliyeti ve brüt kâr oranı açısından etkilerini 56 bilimsel araştırmanın sonuçları üzerinden inceleyen bir meta analiz çalışmasına göre GD bitkilerin, konvansiyonel emsallerine kıyasla agronomik ve ekonomik açıdan daha iyi bir performans gösterdiği ve bu göstergelerin gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere kıyasla daha net bir şekilde ortaya konduğu, aynı zamanda en kârlı üretimin Bt pamuk ile gerçekleştirildiği belirtilmiştir. GD bitkilerin performansındaki anlamlı farklılığın, yüksek olan üretim maliyetlerine rağmen yaratılan verim artışı olduğu ortaya konmuştur. Gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere kıyasla elde edilen belirgin verim farkının, gelişmekte olan ülkelere GD üretimden önce mevcut olan görece düşük etkinlikteki konvansiyonel tarım uygulamalarının sonucu olabileceği düşünülmektedir (2). Özellikle bazı GD bitkilerin sunduğu direnç özellikleri sayesinde küçümsenmeyecek verim artışı sağlanmakta ve marketlerde bu ürünlerin fiyatları etkilenmektedir. GD bitkisel üretim olmadığında dünya gıda fiyatlarının ortalama % 10-30 seviyesinde artış göstereceği ifade edilmektedir. Bu sebeple Türkiye gibi yalnızca ithalatçı ülkeler dahi bu teknolojiden

ve üretilen GD yem hammaddelerinden önemli ölçüde yararlanmaktadır (31).

GD ürünlerin sağladıkları verim artışının, çiftlik gelirine anlamlı ölçüde olumlu katkısı bulunmaktadır. 2014 yılında 5,3 milyar \$ ile çiftlik gelirine en önemli katkıyı sağlayan GD ürün Bt mısır olmuştur. Düşük maliyetli üretim ve elde edilen yüksek verim oranı sayesinde dünya çapında üretilen GD pamuk bitkisi çiftlik seviyesinde 3,94 milyar \$'lık bir gelir artışı sağlamıştır. Çiftlik gelirine önemli katkı sağlayan bir diğer GD ürün, 5,2 milyar \$ ile HT soya fasulyesi olmuştur. Özellikle Kuzey Amerika'da yaygın olan GD kanola üretiminin toplam gelire katkısı ise aynı yıl içerisinde 4,86 milyar \$ olmuştur (7).

Kasım 2011'de, GD bitkilerin sosyo-ekonomik etkilerinin belirlenmesi amacıyla Avrupa Komisyonu'na bağlı Ortak Araştırma Merkezi'nin (JRC) İleri Teknolojik Çalışmalar Enstitüsü (IPTS) ve FAO işbirliği ile bu ürünlerin çiftlik seviyesine etkilerinden tüketici üzerine etkilerine uzanan 7 oturumun gerçekleştirildiği uluslararası ölçekte bir çalıştay gerçekleştirilmiştir. Bu çalıştayla birlikte, sahanın önde gelen araştırmacıları bir arada bulunarak gerçekleştirmiş oldukları araştırma sonuçlarını paylaşmış ve başarılı bir tartışma platformu kurulmuştur. Değerlendirme sonuçlarına göre yalnızca HT soya fasulyesi üretiminin yıllık olarak yaklaşık 3 milyar dolarlık bir değer yarattığı ve bu miktarın tüketiciler/işleyiciler (% 50), çiftçiler (% 28) ve biyoteknoloji sektörü (% 22) arasında dağıtıldığı ortaya konmuştur (31).

3.1. Herbisit toleranslı (HT) GD bitkilerin çiftlik düzeyindeki etkileri: Ürün kalite ve miktarında önemli kayıplara neden olan yabancı otlarla mücadele, HT bitkiler sayesinde az

miktarda herbisit uygulamasıyla başarılı bir şekilde sağlanabilmektedir. Ayrıca bu bitkilerin herbisitlere dayanıklı olmaları sayesinde gelişim süreçlerinde bir aksama şekillenmemektedir. Bu sayede herbisit ve işçilik masrafları azaltılır, yüksek verimli ve kaliteli ürünler elde edilir ve çevreye verilen zarar minimuma indirilmiş olur. HT bitkiler geniş spektrumlu ve görece uygun fiyatlı glifosat ve glifosinat gibi herbisitlere karşı toleranslıdır. Bu nedenle, bu teknolojiye faydalanan çiftçilerin genel olarak daha düşük miktarda herbisit masraflarıyla karşı karşıya kaldığı ve yabancı otlarla mücadelelerinin daha kolay olduğu belirtilmektedir (6, 37).

Arjantin'de HT soya fasulyesi üretimi gerçekleştiren çiftçilerin yaklaşık %90'ının toprağı işlemediği bilinmektedir. Dolayısıyla bu bitkinin ekimi, genel olarak toprağın işlenmesine gerek olmadan gerçekleşen bir üretim süreci sağladığı için özellikle Arjantin ve Paraguay gibi Güney Amerika ülkelerinde üretim siklusunu kısaltmış ve aynı üretim döneminde birden fazla ekim (buğday hasatının hemen akabinde soya fasulyesi ekimi vb.) yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu sayede çiftlik geliri ve üretim miktarında önemli ölçüde artış sağlanmıştır (6). Arjantin'de HT soya fasulyesi üretiminin incelendiği bir çalışmada, toplam faktör verimliliğinin, bazı masraflardan elde edilen tasarruflar sayesinde ortalama % 10 artış gösterdiği tespit edilmiştir. Toksik herbisitlerin kullanımında ve toprağın işlenme faaliyetlerindeki azalmaya bağlı olarak da karbondioksit salınımı azaltılmıştır (36).

Romanya'da HT soya fasulyesi ve Arjantin'de HT mısır üretimlerinden elde edilen verim seviyesi incelendiği zaman, bazı örnekler dışında

HT ve konvansiyonel üretimle elde edilen ürün verimliliklerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte üretim maliyetinin azalması durumu söz konusudur ki bunun temel sebepleri arasında azalan herbisit, işçilik, makine ve yakıt kullanımı bulunmaktadır. Ancak günümüzde GD bitkilerin üretim ve pazarlamasının az sayıda özel şirketler tekelinde olması ve bunların ürün ticarileştirme sürecindeki tüm risk ve maliyetleri üstlenmesi, satılan tohumlara "teknoloji ücreti" adı altında ürün çeşidine göre değişen bir ücretin ilavesine neden olmaktadır. ABD'de erken dönemde yürütülen bazı çalışmalarda, HT bitkilerin maliyetlerde neden olduğu azalmanın, tohumlara eklenen teknoloji ücretiyle başa baş bir seviyede olduğunu dolayısıyla brüt kâr oranının oldukça küçük hatta bazen negatif olabildiği gözlemlenmiştir. Buna rağmen çiftçilerin bu üretimi sürdürmesindeki sebep ise, yabancı ot kontrol kolaylığı ile zamandan elde edilen tasarruf olmuştur (37). Bazı diğer çalışmalarda ise teknoloji ücreti ilave edilmiş pahalı tohumların çiftçiler üzerinde yaratmış olduğu ekstra maliyetin, bu teknolojinin sağlamış olduğu verim artışı, kimyasal zararlı kontrolü ve mekanik uygulamalardan elde edilen tasarruflar sayesinde kompanze edilebildiği belirtilmektedir.

Herbisit Toleranslı (HT) soya fasulyesinin ekonomik performansının hesaplandığı başka bir çalışmada, üretimde herbisit maliyetinin ortalama % 24-32 oranında azaldığı, bununla birlikte tohum maliyetinin ise % 3-41 arasında artış gösterdiği belirtilmiştir. Verime yönelik bulguların netlik göstermediği ise yine aynı çalışmada ifade edilmiştir (26).

3.2. Bt GD bitkilerin çiftlik düzeyindeki etkileri:

İnsektlerin birçok hastalığın taşıyıcısı olması ve bitkisel ürünlere verim ve kalite açısından zarar vermesi gibi sorunlara çözüm getirebilmek amacıyla insekt toleranslı GD bitkiler geliştirilmiştir. Özellikle kültür bitkilerinde insektler sebebiyle % 20'lere varan ürün kaybı meydana gelebilmektedir. İncekt toleranslı GD bitkiler *Bacillus thuringiensis* (Bt) adlı toprak bakterisinin, insekt öldürücü özellikteki geni ile modifiye edilmiştir. Bt bitkiler

kendi insektisitlerini üretebilmekte, ilave insektisit kullanımı ve ilaçlama maliyetleri azalmakta ve gerçekleşen üretim, kalite ve miktar yönünden artış gösterdiği için çiftçi sağlığı ve çevre de bu üretimden olumlu yönde etkilenmektedir (16, 37). 1920'li yıllardan bu yana *Bacillus thuringiensis* toksinininden elde edilen spreyle organik tarım üreticileri tarafından tercih ediliyor olsa da özellikle insekt varlığının yoğun olduğu tarlalarda çok miktarda insektisit ajan kullanmak yerine

Tablo 4: GD ürünlerden çiftlik seviyesinde elde edilen ekonomik kazanımlar ve verimlilik * (7, 21)

Table 4: Economic gains and productivity of biotech crops at farm level*

	1996-2014	1996-2015	2014	2015
Ekonomik Kazanımlar				
Toplam (Milyar \$)	150,3	167,8	17,8	15,4
a. Azalan Üretim Maliyetleri**				
(milyar \$, %)	52,6 (%35)	46,9 (%28)	2,7 (%15)	2,3 (%15)
b. Verim Artışı (milyar \$, %)	97,7 (%65)	120,9 (%72)	15,1 (%85)	13,1 (%85)
Verimlilik (Milyon ton)				
Toplam	514,7	574	75	65,8
a. Soya Fasulyesi	158,4	180,3	20,2	21,9
b. Mısır	322,4	358,0	50,8	40,3
c. Pamuk	24,7	25,2	2,9	2,2
d. Kanola	9,2	10,6	1,2	1,4

* Azalan pestisit ve işçilik maliyetlerine bağlı olarak

bitkilerin kendisine bu proteini üretme özelliğinin kazandırılmasıyla üretimde bir maliyet unsuru olan insektisit ihtiyacı büyük oranda azaltılmış olur. Ayrıca insektisidal proteinler bitkinin her dokusunda bulunduğu için bitkinin her bölümüne ulaşamayan kimyasal insektisitlere göre daha etkin bir pest kontrolü sağlanır (1, 10, 30, 37). Diğer bir avantaj da insektisidal *Bacillus thuringiensis* toksininin kimyasal insektisitlerin zıttı olarak insanlar için toksik olmaması ve mide asidiyle parçalanabilmesidir (44). Ancak tıpkı sprey insektisitlerde yer alan Bt toksinlerine olduğu gibi, GD bitkilerin ürettiği Bt toksinlerine de uzun vadede

insektlerin direnç geliştirmesi söz konusu olabilir (30). Ayrıca Bt ürünlerin kullanımı Bt toksinlerin belirli insekt türlerine etki etmesi nedeniyle, etkilenmeyen diğer türlerle mücadelenin devam etmesi gerekliliği doğrultusunda, insektisitlere olan ihtiyacı tamamen elimine etmemektedir (37).

Bt geninin üretim artışına bir etkisi olmasa da, üretim kaybında yarattığı azalmaya bağlı olarak ürün verimlilikleri artmaktadır (37). Bt pamuğun Hindistan'ın farklı eyaletlerinde gerçekleştirilen alan denemeleri neticesinde, bu teknolojinin insektlerin bitkilere vermiş olduğu zararı önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Bu sayede

sağlanan verim artışı ise Bt ürünlerin kullanıldığı diğer ülkelerde rapor edilen miktarlara kıyasla çok daha fazla olarak bulunmuştur. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yer alan küçük ölçekli işletmeler, teknik ve ekonomik kısıtlar nedeniyle insekt kaynaklı önemli verim kayıpları yaşamaktadır. Bu açıdan insekt toleranslı GD bitkilerin yetiştirilmesinin verim artışına önemli katkılar sunduğu belirtilmiştir (35).

Üretici ülke verilerine göre Bt mısır üretiminde elde edilen ortalama % 3,9'luk verim artışının Bt pamuk kadar yüksek bir seviyede olmadığı görülmektedir. Ortalama pestisit maliyetlerinin % 67 ve yönetim ile işçilik maliyetlerinin % 5 oranında azaldığı görülürken, tohum maliyetlerinin ortalama % 48 arttığı ortaya konmuştur. Global ölçekten ülkeler seviyesine inilerek bu ürünlerin ekonomik etkileri incelendiğinde heterojen bir yapı göze çarpmaktadır. Örneğin İspanya'da verim artışının yaklaşık % 6, Almanya'da % 12, Güney Afrika'da % 25 olduğu, pestisit maliyetlerindeki azalmanın ise Almanya'da % 25, İspanya'da % 56 ve Güney Afrika'da % 62 olduğu ortaya konmuştur (26).

4. Türkiye'de Mevcut Durum

Global ölçekte üretilen temel GD ürünler olan mısır, soya fasulyesi, pamuk ve kanolanın TÜİK verilerine göre 2015/16 dönemi yurtiçi yeterlilik dereceleri sırasıyla % 105, % 6,9, % 101,8 ve % 26,9'dur. Bu bitkilerin yem sanayiinde, gıda ve biyoyakıt üretiminde ve diğer endüstri kollarındaki yadsınamaz rolü dikkate alındığında özellikle yurt içi yeterlilik derecesi düşük olan soya fasulyesi ve kanolada yurt içi talebi karşılayacak seviyede bir üretim için yeni politikalar geliştirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Mısır bitkisi pamuk,

buğday ve yağlı tohumlara münavebeli ekilen bir ürün olmasından dolayı üreticiler ürün fiyatları ve verilen desteklere bakarak üretim tercihi yapmaktadır. Bu durum ise mısır üretim ve arzında istikrarsızlığa yol açabilmektedir. 2016'da Türkiye'de mısır bitkisinin % 76'sı yem (% 46 Broiler ve Hindi, % 35 Yumurtacı ve Damızlık, % 19 Büyük ve Küçükbaş) amaçlı kullanılmıştır (40,42). Türkiye gıda sektöründe yeni yaygınlaşmaya başlayan tüketiminin dışında soya biyo-dizel üretimi amacıyla, çeşitli sınıai amaçlarla ve zengin protein içeriği nedeniyle özellikle kanatlı karma yemi üretimi için yem sektöründe kullanılan önemli bir bitkidir (23). Soya fasulyesinin % 90'dan fazla olan üretim açığı ithalat ile karşılanmaktadır. Ekolojik şartların uygunluğu sayesinde üretimi yapılan önemli bir yağlı tohum ve endüstri bitkisi olan pamukta yurt içi üretimin, ihtiyacı karşıladığı söylenebilir. Diğer bir yağlı tohum olan kanolanın ise üretim ve pazarlamasında sorunlar bulunmaktadır. Kaliteli yağ ve hayvan yemi üretimindeki önemli rolü haricinde biyo-dizel üretiminde kullanılıyor olması sebebiyle kanola üretiminin önemi gelecek yıllarda artacaktır.

GD ürünler maliyet avantajı sayesinde konvansiyonel emsallerine göre daha uygun fiyata satılmaktadır. Global seviyedeki uygun fiyatlar kimi zaman ithalatı teşvik etmekte, bir ayağı yem üretmek olan entegre hayvancılık işletmelerinin ve yem fabrikalarının yem hammaddesi tedarikini ithalat yoluyla karşılamasına sebep olmaktadır. Ancak fiyatı ne olursa olsun bir bitkisel ürünün yurt içi üretim açığının ithalatla karşılanması dışa bağımlılığı arttırmaktır. Bunun yerine, teşvik ağırlıklı üretim politikaları üzerinde yoğunlaşarak

yurt içi ürün fiyat ve kalitesini belirli bir seviyede tutmanın ulusal ölçekte gerekli bir uygulama olduğu düşünülmektedir.

Uluslararası bağlayıcılığı bulunan Cartagena Biyogüvenlik Protokolü Türkiye’de 17 Haziran 2003 tarihli ve 4898 sayılı kanun ile TBMM tarafından onaylanarak 24 Ocak 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Protokol GD ürünlerin iç piyasada üretimi, dağıtımı ve çevreye salınımı konusunda bazı zorunluluklar getirmiş, ülkemizde bu alandaki mevzuat eksikliğinin giderilmesi amacıyla kanun hazırlama çalışmaları başlamıştır (27). GDO ve ürünlerinden kaynaklanabilecek riskleri engellemek, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sisteminin kurulması ve uygulanması, bu faaliyetlerin denetlenmesi, düzenlenmesi ve izlenmesi ile ilgili usul ve esasları belirlemek amacıyla AB müktesebatı ve Türkiye’nin ihtiyaçları baz alınarak 5977 sayılı “Biyogüvenlik Kanunu” oluşturulmuş, bu kanun 26.09.2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir (39, 41). Kanunda GDO ve ürünlerine dair Ar-Ge çalışmaları, pazara sunma, izleme, kullanma, nakil, dış ticaret, saklama, paketleme, etiketleme ve yasaklara dair hükümler yer almaktadır. “Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik” ve “Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik” konuya ilişkin diğer önemli mevzuat çalışmalarıdır.

Türkiye’de herhangi bir GD ürününün üretilmesi ve gıda amaçlı kullanılacak GD ürünlerin ithali yasaktır. Günümüze kadar Biyogüvenlik Kurulu’na yapılan ithalat başvurularının

değerlendirilmesi sonucunda 26 adet GD mısır ve 10 adet GD soya fasulyesi çeşidi olmak üzere toplamda 36 GD ürünün yalnızca yem ya da yem hammaddesi olarak kullanılması amacıyla ithalatı onaylanmıştır. Yem üretimi amacıyla kullanımı onaylanan soya ve mısır çeşitlerinin % 0,9 ve üzerinde GDO içermesi durumunda etiketinde belirtilmesi zorunludur. Kurula son dönemde soya ve mısır haricinde GD Pamuk ve Kanola genleri için de başvurulmuştur.

AB ve Türkiye mevzuatında, konvansiyonel ürünlerde üretim prosesinin herhangi bir aşamasında onaylı GDO’larla bulaşıklık (co-existence) gerçekleşmesi durumunda % 0,9 olan eşik değer sınırına kadar etiketleme şartı bulunmamaktadır (47). Bulaşıklığa ilişkin en önemli sorun ise dış ticarete yaşanmaktadır. GD ürünlerin dış ticaret amacıyla taşınmasında rol oynayan transatlantik gemilerin iyi temizlenmemesi, sonraki seferlerde taşınan konvansiyonel ürünlerde onaylı veya onaysız genlerce bulaşıklığa neden olmaktadır. Bu durum sebebiyle ürünler uzun süre limanlarda bekletilmekte, zaman ve iş gücü kaybı ile liman kirası gibi çeşitli maliyet kalemleri ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte eşik değeri aşan bulaşık ürünler ile eşik değeri aşmasa da onaysız genleri ihtiva eden bulaşık ürünler orijin ülkesine iade edilmektedir.

Uzun vadede Türkiye’de GD ürünlerin ulusal üretimi konusunda bir politika benimsenirse, bu sürecin ülkemize olası sosyo-ekonomik etkileri ve risk unsurlarının çok sayıda alt başlık içerisinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu parametrelerden bazıları; tarım, hayvancılık ve yem sektörleri ile ilgili endüstri kollarının üretim ve rekabet koşullarındaki değişim, üretimin

kırsal kalkınma, milli gelir, refah, istihdam ve gıda güvencesi üzerine etkileri, ürün tedarik zinciri ve çeşitli aşamalarda aracılarda üzerindeki etkiler, gerçekleştirilecek üretimin ürün çeşitliliği üzerine etkileri ve tüketici algı ve tercihlerinin bu ürünlerin tüketim talebine yansımaları durumu olarak belirtilebilir.

Tartışma ve Sonuç

Biyoteknoloji destekli GD ürünler sektörü 1996'dan bu yana dikkate değer bir ivme kazanmıştır. Ayrıca GD bitki üretiminin sosyo-ekonomik açıdan üreticilere, tüketicilere ve GD ürünleri üreten ülkelere net fayda sağladığı çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (20, 21, 25, 35). Ancak GD ürünlerin kamuoyu tarafından yeterince kabul gördüğünü söylemek pek mümkün değildir. Bunun öncelikli nedenleri arasında alanla ilgili bilinmezliklerin olması ve önyargılar olabilir. Bununla birlikte GD bitkilere ilişkin oluşturulan risk raporları bu bitkilerin insan sağlığına, doğaya ve ekosisteme etkisini değerlendiren deneysel çalışmaların yapılması konusuna vurgu yapmaktadır. Örneğin FAO, gen transferinin tam anlamıyla kontrol edilebilir bir proses olmadığından, bu ürünlerin risk ve güvenlik değerlendirmesinden geçmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Üretilmeye başlandıkları tarihten bu yana GD ürünler, birçok çevreci örgüt ve sivil toplum kuruluşunun protestosuna maruz kalmaktadır. Bilim dünyasının önemli bir kısmı da genetik mühendisliğinin potansiyelini değil risklerini irdelemeyi tercih etmektedir. Rekombinant DNA teknolojisi üzerine 1975'te gerçekleştirilen Asilomar Konferansıyla birlikte, düzenleyici politikalar bu üretimin çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri üzerine yoğunlaşmıştır.

Bunun sonucu olarak da üretilen politikalar, eğer mümkünse toplumu ve doğayı varsayılan tehlikelerden korumayı veya korumanın mümkün olmadığı durumlarda bilimsel kanıtlar bu teknolojinin zararsız olduğunu kanıtlayana dek uygulamaların ertelenmesini öngörmüştür (12). Diğer yandan Avrupa Komisyonu 2010 yılında, 25 yıllık bir süreçte gerçekleştirilen ve 500'den fazla araştırma grubunu kapsayan 130 araştırma projesini incelemiş, biyoteknolojik üretimin konvansiyonel metotlarla üretilen versiyonlarından daha riskli olmadığını belirtmiştir. İlave olarak, 2008-2009 yılları arasında EFSA'nın GDO heyeti, Bt GD bir mısır çeşidi olan MON810'un yem ve gıda maddesi olarak ithalinin, işlenmesinin ve yetiştirilmesinin sürdürülmesi amacıyla çeşitli değerlendirmelerde bulunmuştur. Heyet, 48 bağımsız çalışmanın hayvan ve insan sağlığı ile çevre üzerine etkileri ve risklerine dair sonuçları değerlendirilmiş, bu mısır çeşidinin konvansiyonel yöntemlerle yetiştirilen mısırlara göre herhangi bir yan etkisi veya riski bulunamamıştır (12). Çok sayıda bağımsız akademi ve bilimsel kurum GD ürünlerin üretim ve tüketiminin insan sağlığı ve çevre açısından bir risk teşkil etmediği sonucunu vurgulamaktadır.

İç rahatlatan sonuçlara rağmen, GD bitkilerin insan sağlığı ve ekosistem üzerine muhtemel olumsuz etkileri ile bu ürünlerin yaratabileceği etik sorunlardan bazıları; yabancı genin insan bünyesinde toksik ve alerjik etkiler yaratması, GD bitkilerde antibiyotik direnç geniyle yapılan işaretleme sebebiyle meydana gelebilecek dirençli bakteriler, insektlerin direnç kazanması, biyoçeşitliliğin etkilenmesi, GD bitkilere ait polenlerin rüzgar ve insektler gibi çeşitli

taşıyıcılarla komşu bitkilere ulaşması, mevcut dayanıklılık genleri nedeniyle süper yabancı türlerin oluşması ve bunlarla mücadele etmenin zorlaşması, patentli tohumların üreticiye vereceği zararlar, yeni gen aktarımı ile elde edilen GD ürünlere farklı türlerden aktarılan genlerin çeşitli inanç grupları için etik sorunlara yol açabilmesi ve etiklendirme hususunda taleplerinin değerlendirilmemesi, uzun vadede piyasa şartlarının çok uluslu şirketler lehine gelişebilmesi ve böyle bir durumda 3. Dünya ülkeleri ve küçük boyuttaki çiftçilerin bu durumun üstesinden gelemeyerek için sektörün vadettiği avantajlara tezat olarak dünya üzerindeki gelir dağılımı adaletinin şimdikinden daha kötü bir hal alması olarak ifade edilmektedir (1, 3, 10, 29, 33, 46, 47).

Risk faktörlerine yönelik endişeler bir kenara bırakılacak olursa GD ürünlerin kamuoyu tarafından yeterince talep görmemesinin önemli bir nedeni de en yaygın olarak üretilen GD ürünlerin temel agronomik özelliklerinin çiftçiye fayda sağlayan ancak tüketici gözünde direkt bir fayda olarak görülmeyen özellikte olmalarıdır. Bununla birlikte Altın Pirinç gibi spesifik vitaminlerce zenginleştirilmiş GD ürünlere gelişmiş ülkelerde malnütrisyon olgularının ender görülmesi nedeniyle gösterilen ilgi yetersizdir. Halen daha laboratuvar ve Ar-Ge çalışmaları devam eden, besin kompozisyonu iyileştirilmiş, obezite, kanser, diyabet ve kalp hastalıklarına yakalanma riskini azaltan içerikleriyle insan sağlığına yönelik ekstra fayda vadeden, aynı zamanda yerli üretim ve düşük fiyatlı olma gibi özellikleriyle ekstra tüketici talebi yaratabilecek yeni jenerasyon GD ürünlerin üretiminin gerçekleşmesiyle, bu

ürünlerin tüketicilerin gözünde daha cazip hale gelmesi sağlanabilecektir.

Öte yandan üretildikleri ilk yıldan bu yana GD bitkilerin, gıda arzının güvence altına alınmasıyla birlikte açlık problemlerini azaltacağı söylenmektedir. Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması için üretim artışının gerektiği açıktır. Ancak gelir dağılımı adaletsizliği ve gıdaya erişimdeki çeşitli güçlükler, bu sorunun giderilmesinde yegane çözüm olarak üretim artışının olmadığını göstermektedir. Ayrıca fakirlik ve açlık problemleri son derece kompleks bileşenleri olan, tek bir çözümü bulunmayan ve farklı perspektiflerden incelenmesi gereken durumlardır. Kısaca, yeşil biyoteknoloji uygulamalarının fakirliğin azaltılmasında ya da malnütrisyon sorunlarını gidermede tek başına bir çare olduğunu söylemek doğru olmasa da yapılan kapsamlı çalışmalar, GD üretiminin çiftçilerin gelirlerini arttırarak özellikle gelişmekte olan ülkelere kırsal kalkınmaya önemli katkısı olacağını vurgulamaktadır. Bu anlamda sürdürülebilir nitelikte sosyal ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi açısından GD ürünlerin önemli bir rolü vardır.

GD bitkilerin hayvan beslemedeki stratejik önemi de göz ardı edilmemelidir (9). İnsanların hayvansal kaynaklı gıda ihtiyacının karşılanması amacıyla çiftlik hayvanlarının farklı yönlerdeki verimlerinden en etkin şekilde yararlanması, yeterli ve dengeli hazırlanmış rasyonlarla mümkündür. Yem girdisi hayvancılık alt sektörlerinde tüm masraf unsurlarının yaklaşık % 60-65'ini kapsayan en büyük maliyet unsurudur. Böylesine büyük bir paya sahip maliyet unsurunun kontrolü, maliyetleri minimize etme

konusunda büyük fayda sağlamaktadır. Aynı zamanda ülke ekonomisi açısından hayvansal üretim sektörlerinde istenilen seviyeye ulaşmak, ulusal pazarda kendine yeterliliğin, uluslararası pazarda da rekabet gücünün bir ifadesidir. Bu noktada, tarımsal üretimin direkt arz yoluyla insan tüketimine sunularak bitkisel gıda ihtiyacını karşılama vazifesinin yanı sıra, hayvanların beslenmesi suretiyle üretilen hayvansal kaynaklı gıdaların insanların tüketimine sunularak yeterli ve dengeli beslenme noktasında ikamesi bulunmayan hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında da önemli bir fonksiyonu vardır.

Teknolojik uygulamaların biyoloji bilimine yönlendirilmesiyle oluşan biyoteknoloji uygulamalarını yakından takip eden ülkelerin gelişmişliklerinin önemli bir seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu açıdan, GD bitkilerin üretim, tüketim ve ticaretine yönelik rasyonel bir plan oluşturabilmenin yolu, önyargı temelli düşünceler ile şekillenen GD ürün teknolojisinin kötü imajını bir kenara bırakıp, diğer taraftan ihtiyatlılık ilkesi gereği tedbiri elden bırakmayarak yaygın alan ve laboratuvar çalışmalarıyla bilimsel bir zeminde uzman ekiplerin işbirliğiyle biyogüvenliğe dair Ar-Ge uygulamalarının sürdürülmeye devam edilmesinden geçmektedir. Böylece doğallıktan uzak bir profil çizse de, insanlık yararına önemli gelişmeler vadeden bu üretimin olası riskleri elimine edilebilecek ve bu teknoloji reddedilerek mahrum kalınan paydaş gelirleri, sürdürülebilirlik hususları, sosyo-ekonomik katkı ve üretimde verimlilik gibi önemli bazı fırsat ve maliyet avantajlarından faydalanmak mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

- Akumo DN, Riedel H, Semtanska I** (2013): *Social and Economic Issues - Genetically Modified Food*. 221-229. In: I Muzzalupo (Ed), Food Industry. InTech, London.
- Areal FJ, Riesgo L, Rodriguez-Cerezo E** (2013): *Economic and Agronomic Impact of Commercialized GM Crops: a Meta-Analysis*. J Agr Sci-Cambridge, **151**, 7-33.
- Aygün Ş, Dere A** (2008): *Terminatör Gen Teknolojisi ve Biyoçeşitlilik Üzerine Olan Etkileri*. J of Aari, **18**, 55-61.
- Backgrounder A** (2000): *Genetically Modified Organisms (GMO's)*. Food Technol **54**, 42-45.
- UN DESA** (2016): Erişim: <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery/> Erişim Tarihi: 08.10.2017
- Brookes G, Barfoot P** (2015): *Global Income and Production Impacts of Using GM Crop Technology 1996–2013*. GM Crops Food, **6**, 13-46.
- Brookes G, Barfoot P** (2016): *GM Crops: Global Socio-economic and Environmental Impacts 1996–2014*. Erişim: <http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/2016globalimpactstudymay2016.pdf> Erişim Tarihi: 02.12.2017
- Chen H, Lin Y** (2013): *Promise and Issues of Genetically Modified Crops*. Curr Opin Plant Biol, **16**, 255-260.
- Çabuk M, Alçıçek A, Bozkurt, M, Eratak S** (2005): *Hayvan Beslemede Genetik Olarak Değiştirilmiş Bitkilerin (GMO) Kullanımı, Genetik Olarak Değiştirilmiş Yemler ve Özellikleri*. 540-544, III.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi Tam Metinler Kitabı, Adana.

- 10.Çelik V, Turgut-Balık D** (2007): *Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar*. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **23**, 13-23.
- 11.Erdoğan SM**(2015):*Dünya’da GDO Mevzuatı, Ticareti ve Uygulamalarının Karşılaştırılması ve Türkiye*. Erişim: <http://www.tarim.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/Uzmanl%C4%B1k%20Tez%20Eyl%C3%BCI%202015/Say%C4%B1t%20Mahmut%20Erdogan.pdf> Erişim Tarihi: 01.12.2017
- 12.Fagerström T, Dixelius C, Magnusson U, Sundström, JF** (2012): *Stop Worrying; Start Growing*. EMBO Rep, **13**, 493-497.
- 13.FAO** (2012): *Statistical Yearbook 2012*. Erişim: <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e00.htm> Erişim Tarihi: 14.11.2017
- 14.FAO** (2015): *World Deforestation Slows Down as more Forests are Better Managed*. Erişim: <http://www.fao.org/news/story/en/item/326911/icode/> Erişim Tarihi: 23.11.2017
- 15.FDA** (2017): *Genetically Engineered Animals Consumer Q&A*. Erişim: <https://www.fda.gov/AnimalVeterinary/DevelopmentApprovalProcess/GeneticEngineering/GeneticallyEngineeredAnimals/ucm113672.htm> Erişim Tarihi: 27.09.2017
- 16.Fernandez-Cornejo, J, Caswell M** (2006): *The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States*. Erişim: https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/43731/13396_eib11_1_.pdf?v=41746 Erişim Tarihi: 07.11.2017
- 17.Finger R, El Benni N, Kaphengst T, Evans C, Herbert S, Lehmann B, Morse S, Stupak N** (2011): *A Meta Analysis on Farm-level Costs and Benefits of GM Crops*. Sustainability, **3**, 743-762.
- 18.Garcia-Yi J, Lapikanonth T, Vionita H, Vu H, Yang S, Zhong Y, Li Y, Nagelschneider V, Schlindwein B, Wessler J** (2014): *What are the Socio-economic Impacts of Genetically Modified Crops Worldwide? A Systematic Map Protocol*. Environmental Evidence, **3**, 1-17.
- 19.Hall C, Knight B, Ringrose S, Knox OGG** (2013): *What have been the Farm-level Economic Impacts of the Global Cultivation of GM Crops?*. Collaboration for Environmental Evidence, **11**, 1-45.
- 20.ISAAA** (2014): *Executive Summary: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: Brief 49-2014*. Erişim: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/executivesummary/default.asp> Erişim tarihi: 18.11.2017
- 21.ISAAA**(2016):*Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016, Brief 52*. Erişim: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf> Erişim Tarihi: 14.09.2017
- 22.İnce HÖ, Bahadıroğlu C, Toroğlu S, Bozdoğan H** (2013): *Genetiği Değiştirilmiş Mısır Bitkisinin Bazı Böcek Türlerine Karşı Direnci Üzerine Değerlendirmeler*. Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **2**, 78-89.
- 23.İTO** (2006): *Soya Sektör Raporu*. Erişim: <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-84.pdf>. Erişim Tarihi: 15.10.2017
- 24.James C** (2014): *ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops*. Erişim: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/ppts/default.asp> Erişim Tarihi : 02.12.2017
- 25.Jones PJ, McFarlane ID, Park JR, Tranter RB** (2017): *Assessing the potential economic benefits to farmers from various GM crops*

becoming available in the European Union by 2025: Results from an expert survey. *Agricultural Systems*, **155**, 158-167.

26.Kaphengst T, El Benni N, Evans C, Finger R, Herbert S, Morse S, Stupak N (2011): *Assessment of the Economic Performance of GM crops Worldwide*. Erişim: https://www.academia.edu/852767/Assessment_of_the_economic_performance_of_GM_crops_worldwide Erişim Tarihi: 03.12.2017

27.Kıvılcım Z (2012): *Cartagena Protokolü ve Türkiye Biyogüvenlik Mevzuatı*. *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi*, **20**, 99-121.

28.Klumper W, Qaim M (2014): *A Meta-analysis of the Impacts of Genetically Modified Crops*. *PloS One*, **9**, 1-7.

29.König A, Cockburn A, Crevel RWR, Debruyne E, Grafstroem R, Hammerling U, Kimber I, Knudsen I, Kuiper HA, Peijnenburg AACM, Poulsen M, Schauzu M, Wal JM, Penninks AH (2004): *Assessment of the Safety of Foods Derived from Genetically Modified (GM) Crops*. *Food Chem Toxicol*, **42**, 1047-1088.

30.Lemaux PG (2009): *Genetically Engineered Plants and Foods: a Scientist's Analysis of the Issues (Part II)*. *Annu Rev Plant Biol*, **60**, 511-559.

31.Lusser M, Raney T, Tillie P, Dillen K, Rodriguez-Cerezo E (2012): *International Workshop on Socio-economic Impacts of Genetically Modified Crops*. Erişim: <http://www.fao.org/docrep/015/ap016e/ap016e.pdf> Erişim Tarihi: 24.11.2017

32.NHGRI (2013): *1972: First Recombinant DNA* Erişim: <http://www.genome.gov/25520302> Erişim Tarihi : 26.10.2017

33.Özdemir O, Duran M (2010): *Biyoteknolojik Uygulamalara ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO) İlişkin Tüketici Davranışları*. *Akademik Gıda*, **8**, 20-28.

34.Özgen M, Ertunç F, Kınacı G, Yıldız M, Birsin M, Ulukan H, Emiroğlu H, Koyuncu N, Sancak C (2005): *Tarım Teknolojilerinde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar: Bitki Biyoteknolojisi*. Erişim: https://www.researchgate.net/publication/266911190_TARIM_TEKNOLOJILERINDE_YENI_YAKLASIMLAR_VE_UYGULAMALAR_Bitki_Biyoteknolojisi Erişim Tarihi: 29.10.2017

35.Qaim M, Zilberman D (2003): *Yield Effects of Genetically Modified Crops in Developing Countries*. *Science*, **299**, 900-902.

36.Qaim M, Traxler G (2005): *Roundup Ready Soybeans in Argentina: Farm-level and Aggregate Welfare Effects*. *Agric Econ*, **32**, 73-86.

37.Qaim M (2009): *The Economics of Genetically Modified Crops*. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, **1**, 665-694.

38.Subramanian A, Qaim M (2010): *The Impact of Bt Cotton on Poor Households in Rural India*. *J Dev Stud*, **46**, 295-311.

39.Ünal A (2013): *Türkiye'de GDO Mevzuatı*. Erişim: http://apbs.mersin.edu.tr/files/nalantiftik/Scientific_Meetings_014.pdf Erişim Tarihi: 14.09.2017

40.T.C. GTHB TAGEM (2014): Erişim: http://www.tarim.gov.tr/TAGEM/Belgeler/SUNULAR/%C3%87MYB_Birg%C3%BCI%20G%C3%BCner.PDF Erişim Tarihi: 20.11.2017

41.T.C. GTHB GKGM (2016): *Gdo'lu Yemler*. Erişim: <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Gida-Ve-Yem-Hizmetleri/Yem-Hizmetleri/GDolu-Yemler> Erişim Tarihi: 01.12.2017

42.TMO (2016): *2016 Yılı Hububat Sektör Raporu*, Erişim:<http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububatsektorraporu2016.pdf> Erişim Tarihi: 15.11.2017

43.Turan C (2000): *Genetik*. MKÜ Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Hatay.

44.Uzogara SG (2000): *The Impact of Genetic Modification of Human Foods in the 21st Century: A Review*. Biotechnol Adv, **18**(3), 179–206.

45.Wessler J, Kaplan S, Zilberman D (2014): *The Cost of Delaying Approval of Golden Rice*. Agricultural and Resource Economics, **17**(3), 1- 3.

46.Yeşilbağ D (2004): *Tarımsal ve Hayvansal Ürünlerde Modern Biyoteknoloji ve Organik Üretim*. Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med., **23**(1-2-3), 157-162.

47.Yılmaz F (2014): *Bitkisel Üretimde Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünleri ile Biyogüvenlik*. Erişim: http://tarim.kalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2015/01/Bitkisel_Uretimde_Genetigi_Degistirilmis_Organizmalar_ve_Urunleri_ile_Biyogüvenlik.pdf Erişim Tarihi: 12.12.2017

Geliş Tarihi: 28.01.2018 / Kabul Tarihi: 02.04.2018

Sorumlu Yazar:

Doç. Dr. Yılmaz Aral

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi,

Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği

Anabilim Dalı

06110, Dışkapı-Ankara

e-posta: yaral@veterinary.ankara.edu.tr