



GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ MISIR ÜRETİMİ İÇİN EKONOMİK DEĞERLENDİRME

ECONOMIC EVALUATION FOR GENETICALLY MODIFIED CORN PRODUCTION

Duygu ÜNER BAHAR* 
İsmail Cem AY** 

Öz

Günümüzde en çok ticarileştirilen genetiği değiştirilmiş tarım ürünleri mısır, domates, pamuk, kanola ve soya fasulyesidir. Bu çalışma, genetiği değiştirilmiş mısır hasadındaki verim ve üretim maliyetlerinin değerlendirmesini konu almaktadır. Ekonomik değerlendirme yapılırken kârlılık faktörleri olarak girdi, mahsul kalitesi ve hasılat dikkate alınmıştır. Tarım ürünleri arasında talep ayrımı olmadığı varsayılmıştır. Genetiği değiştirilmiş tohumların olası ekonomik etkileri konusu mümkün olduğunca hem pozitif hem de negatif bakış açısını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışmanın giriş bölümünde genetik değişim hakkında temel teorik bilgiler verilerek tohumun genetiğinin nasıl değiştirildiği, maliyeti, verim artışı sağlayıp sağlamadığı konusu araştırılmıştır. Birinci bölümde Genetiği Değiştirilmiş (GD) tohum piyasası hakkında genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde ekonomik değerlendirme, genetiği değiştirilmiş mısır bazında yapılmıştır. Bu bölümde Gerald C. Nelson'un GD tohum piyasası işleyişi için tasarladığı iktisadi teorik model incelenmiştir. Üçüncü bölümde genetiği değiştirilmiş mısırın kârlılık değerlendirmesine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde ise konunun ticari boyutu ve riskleri ele alınarak sonuç paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: GDO, GD Mısır, Biyoekonomi, Tarım Biyoteknolojisi, Tarım Ekonomisi, Sürdürülebilir Tarım

JEL Sınıflandırması: Q01, Q17, Q18, Q57

Abstract

Nowadays, most commercialized genetically modified agricultural products are corn, tomatoes, cotton, canola and soybeans. This study focuses on the theoretical evaluation of yield and production costs in genetically modified corn harvest. While making an economic evaluation, input, crop quality and revenue were taken into account as profitability factors. It is assumed that there is no demand difference between agricultural products. The topic of possible economic impacts of genetically modified seeds has been

* Dr.Öğr.Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Biyomedikal Cihaz Teknolojisi Programı, İstanbul, E-Mail: duygu.uner1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3726-829X

** Dr.Öğr.Üyesi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, İstanbul, İSBF, İstanbul, E-Mail: icay@gelisim.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8915-8183

prepared in a way that encompasses both positive and negative perspectives. In the introduction part of the study, basic theoretical information about the genetic change is given and how the genetics of the seed is changed, its cost and whether it provides an increase in productivity has been investigated. In the first part, general information about Genetically Modified seed market is given. In the second part, economic evaluation is made based on genetically modified maize. In this section, the economic theoretical model designed by Gerald C. Nelson for the operation of the GM seed market is examined. In the third chapter, the profitability evaluation of genetically modified corn is given. In the fourth part, the commercial aspect of the issue is handled and the result is shared.

Keywords: GMO, GM Corn, Bioeconomy, Agricultural Biotechnology, Agricultural Economics, Sustainable Agriculture

JEL Classification: Q01, Q17, Q18, Q57

1. Giriş

20.yy boyunca insanoğlu ulaştığı birçok bilimsel gelişme ve teknolojik ilerleme sayesinde yaşam kalitesini arttırmaya çalışmış ve/veya başarmıştır. Bu ilerlemenin belki de en önemlisi “İnsan Genom Projesi”nin (İGP) tamamlanması olmuştur. Bu buluşun insan sağlığı açısından bir devrim niteliğinde olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu proje sayesinde insanlık ilk kez kendi biyolojisini tam olarak inceleme fırsatını yakalayabilmiş ve diğer canlıların genetiğini değiştirerek kendisi için daha kullanışlı şekle dönüştürmeyi başarabilmiştir.

Bir türe başka bir canlı türünden gen aktarılması ve mevcut genetik yapısına müdahale edilmesi yoluyla yeni genetik özellikler kazandırılmasını sağlayan modern biyoteknolojik tekniklere gen teknolojisi denir. Özellikle çiftçiler ve ülkeler tarımsal maliyetleri düşürmek için teknolojideki bu gelişmeye kayıtsız kalmamışlar tarımsal üretimde GD (genetiği değiştirilmiş) tohum kullanmaya başlamışlardır. GD tohum kullanılmasında esas fayda parazitlere karşı koruma sağlamasından ileri gelmektedir. Böylece mahsulü korumak için kullanılan kimyasal ilaçların azaltılması ya da birim alandan alınan ürün miktarının artırılması sağlanmaya çalışılır. Bu amaca ulaşabilmek için tohum; herbisit toleransı, insektisit ve virüs direnci, tohumun genetiği değiştirilerek kazandırılmaya çalışılır.

Böcek direnci (insektisit) tohumlara, *Bacillus thuringiensis* (Bt) geni eklenerek bitkilerin kendi insektisitlerini kendilerinin üretmeleri avantajı sağlamıştır. Böylece böcek öldürücü kimyasalın tarımda kullanılmasına gerek olmayacağı düşünülmüş ve virüse karşı dirençli gen başta tütün, domates ve patatese ürünlerinde uygulanmaya başlanmıştır.¹ GD tohum teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde tarımsal üretimdeki maliyet yapılarının azaltılması ve bu teknolojinin rekabette yaratacağı avantajlar ya da dezavantajlar bu çalışmanın ana inceleme konusunu oluşturmaktadır. Bu kapsamda çok kısıtlı olan hem ulusal hem de uluslararası literatür titizlikle taranmış, bu tarama neticesinde “genetiği değiştirilmiş mısır tohumlarının olası ekonomik etkileri” konusunun hem olumlu hem de olumsuz bakış açılarını kapsayacak şekilde bir çalışmayla ortaya konmasına karar verilmiştir. Bu çalışma için sosyal bilimlerde kullanılan geçerlilik kavramı araştırma yönteminden hareket edilmiştir.

1 Commission of the European Communities (2000). “Economic Impacts of Genetically Modified Crops on The Agri-Food Sector”, Working Document, s.4-39, <http://aei.pitt.edu/34717/1/A17.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020)

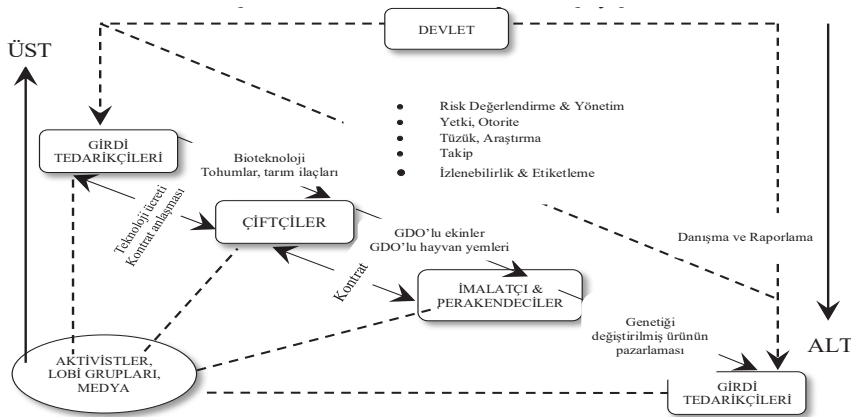
2. Genetiği Değiştirilmiş (GD) Tohum Piyasası

Genetiği değiştirilmiş tohumların bu denli hızla tüm dünyaya yayılması ve türevlerinin geliştirilmesinde en büyük itici güç kuşkusuz GDO'nun (genetiği değiştirilmiş organizmaların) ekonomik çıkarlar sağladığı görüşüdür. Transgenik teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde dünyada açlık çeken yaklaşık 1 milyar insanın yaşam kalitesinin yükselbileceği savunulmaktadır.

GD Tohum piyasası mikro ölçekte değerlendirildiğinde; genetiği değiştirilmiş tohumlar sayesinde birim alandan alınan verimin yükseleceği öne sürülmektedir. Daha büyük miktarda mahsul alınırken daha az tarım ilacı (herbisit, insektisit vb.) kullanılacağından üretim maliyetlerinin düşeceği öngörülmektedir. Böylece hem çiftçilerin gelir düzeyi yükselecek hem de piyasadaki toplam gıda arzı artacaktır. Gıda arzının artması gıda fiyatlarını düşürerek hane halkının alım gücünü yükseltmiş olacaktır. Konu makro ölçekte ele alındığında ise GD tohum kullanan ülkelerde verim artışıyla birlikte toplam gıda arzı yükseleceğinden GSYİH (gayri safi yurtiçi hasıla) rakamlarında artış görülecek ve çoğalan ürün, ihraç edileceğinden ihracat rakamları ithalat rakamlarının üzerine çıkacaktır. Bu durum bütçe açıklarının kapatılmasına imkân vererek toplum refahının arttıracacağı düşünülmektedir. GD tohum üreticisi konumuna gelen ülkeler bütçe fazlaları vererek dünyadaki konumunun yükselmesini sağlayabileceklerdir. Şekil 1'de GD Gıda Piyasası İşleyişi devlet, çiftçiler, girdi tedarikçileri, imalatçı\perakendeci, tüketici, lobi grupları\ medya arasındaki ilişki, her birinin işlevi ile birlikte belirtilmiştir.

GD tohum geliştiren\patent sahibi firma girdi tedarikçisi olarak çiftçiyle anlaşma yaparak biyoteknolojisini (GD tohumu, tarım ilacı) satar. Çiftçi de yetiştirdiği GD ekinleri ve GD hayvan yemlerini imalatçı\perakendeciye kontrat anlaşması yaparak satar. GD ürün de işleme sokulduktan sonra nihayetinde tüketiciye ulaştırılmış olur. Devlet ise gerekli tüzük, araştırma, etiketleme vs. düzenlemeler ile vatandaşlarını korumaya çalışır. Devlet bunu yaparken de tüketiciden ve üreticiden vergi alır.

Şekil 1: GDO'nun Gıda Piyasası İşleyişi

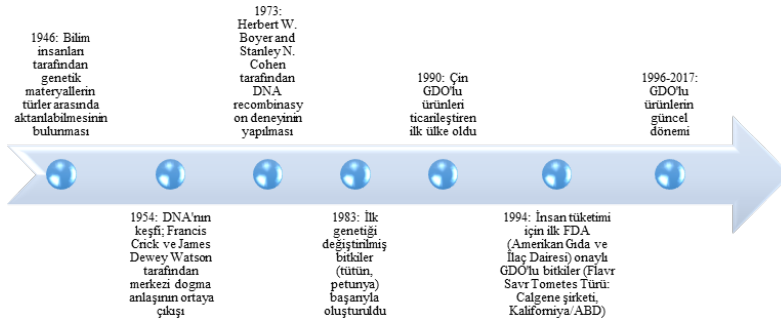


Kaynak: Commission of the European Communities²

2 Commission of the European Communities, 2000, 4.

Şekil 2'de ise GD Tohum teknolojisinin en önemli gelişmeleri zaman çizelgesi üzerinde gösterilmiştir. Şekil 2'de gösterildiği üzere 1983 yılında ilk GD bitki geliştirilmiş ve 1994 yılında ilk insan tüketimine yönelik GD tohum Amerikan gıda ve ilaç daresi (FDA) onayı alabilmiştir.

Şekil 2: GDO Bioteknolojisi Zaman Çizelgesi



Kaynak: Raman R. (2017). The Impact of Genetically Modified (GM) Crops in Modern Agriculture: A Review, GM Crops & Food, 8: 195–208.

Günümüzde ise GD ürünler bazı ülkelerde yasal olarak üretilmekte, bazı ülkelerde ise GD'li ürünlerin sadece ithalatına izin verilmektedir.³ Tablo 1'de 2015-2017 yılları arasında GD bitki ekili alanların ülkelere göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 1: GD Bitki Ekili Alanların Ülkelere Göre Dağılımı (2015-2017)

	Ülke	2015 (milyon hektar)	Ülkeler İçindeki %	2016 (milyon hektar)	Ülkeler İçindeki %	2017 (milyon hektar)	Ülkeler İçindeki %
1	ABD	70.9	39	72.9	39	75	39
2	Brezilya	44.2	25	49.1	27	50.2	26
3	Arjantin	24.5	14	23.8	13	23.6	12
4	Kanada	11	6	11.6	6	13.1	7
5	Hindistan	11.6	6	10.8	6	11.4	6
6	Paraguay	3.6	2	3.6	2	3	2
7	Pakistan	2.9	2	2.9	2	3	2
8	Çin	3.7	2	2.8	2	2.8	1
9	Güney Afrika	2.3	1	2.7	1	2.7	1
10	Uruguay	1.4	1	1.3	1	1.1	1
	Diğer Ülkeler	3.6	2	3.6	1	4.2	3
	Toplam	179,7	100	185,1	100	190,1	100

Kaynak: ISAAA (2016). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016⁴; ISAAA (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2017⁵.

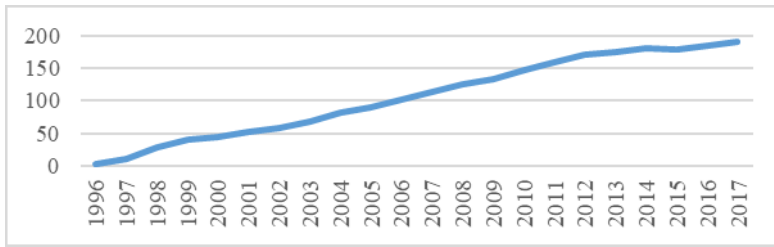
3 Raman, R. (2017). The Impact of Genetically Modified (GM) Crops in Modern Agriculture: A Review, GM Crops & Food, 8:195–208.

4 ISAAA (2016). "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016", Brief No: 52, s. 5, <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.01.2021)

5 ISAAA (2017). "Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2017", Brief No: 53, s. 6, <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.01.2021)

Tablo 1’de görüldüğü üzere ABD, 2017 yılında 75 milyon hektar ekili araziyle dünyada ekili alanların %39’una sahip olarak piyasada zirvede bulunmaktadır. Bu sayede ABD dünyada en çok GD gıda üreten ülke konumundadır. Günümüzde GD ekimi sadece gelişmiş ülkelerin tekelinde değildir. Örneğin, Tablo 1’de de açıkça görüldüğü gibi toplam ekim alanı içinde en büyük GD ekim payına sahip olan ikinci ülke 50,2 milyon hektar GD ekimi yapan Brezilya, üçüncü ülke ise 23,6 milyon hektar GD ekimi ile Arjantindir. Nitekim Brezilya ve Arjantin bu denli gelişmiş bir ülke değildir. Avrupa Birliği’nde ise bu tohumların pek fazla tercih edilmediği söylenebilir. Zira Avrupada 2018 yılında GD tohum ekimine sadece Portekiz ve İspanya’da izin verilmiştir.⁶ Şekil 3’te dünyada toplam genetiği değiştirilmiş bitki ekili alan miktarlarının yıllara göre değişimi verilmiştir. Buna göre GD bitkilerin 1996 yılında 1,7 milyon hektardan 2017 yılında %11.176 artış ile 190,1 milyon hektar alana ulaştığı görülmektedir.

Şekil 3: GD Bitki Türlerinin Ekildiği Alan (1996-2017)



Kaynak: ISAAA, 2016, 5-7, (Erişim Tarihi: 05.01.2021)’den oluşturulmuştur.

Teknolojinin ve bu alanda yapılan çalışmaların artmasıyla birlikte GD ürün çeşitliliği artış göstermiş olmasına rağmen dünyada en çok ticarileştirilen GD ürünleri; soya, mısır, pamuk ve kanoladır.⁷ Bu ürünlerin ekim yüzdelilerindeki değişim ile ilgili en güncel sayılar 2015 ve 2016 yıllarına ait olup, Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: 2015 ve 2016 Yıllarında GD Bitki Türlerine Göre Ekili Alan Miktarları

Bitki Türleri	2015 (Milyon Hektar)	Toplam GD Ürünler İçindeki %	2016 (Milyon Hektar)	Toplam GD Ürünler İçindeki %	2015-2016 Değişim +/-	2015-2016 Değişim %
Soya Fasulyesi	92.1	51	91.4	50	-0.7	-1
Mısır	53.6	30	60.6	22	+7	+13
Pamuk	24	13	22.3	12	-1.7	-7
Kanola	8.5	5	8.6	5	+0.1	+1
Yonca	1	<1	1.2	<1	+0.2	+20
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

Kaynak: ISAA, 2016, 5-7, (Erişim Tarihi: 05.01.2021)’den oluşturulmuştur.

6 ISAAA (2018). “Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops”, Brief No: 54, ISAAA: New York. s.1-2, <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/default.asp>, (Erişim Tarihi: 10.06.2021)

7 Raman, 2017, 195–208.

Tablo 2’de görüldüğü gibi 2016 yılında küresel GD bitki ekili alanlarının %50’sini soya Fasulyesi, %22’sini mısır, %12’sini pamuk ve %5’ini kanola bitkisi oluşturmuştur. Buna göre bu dört bitki 2016 yılı küresel GD bitki ekili alanının %89’unu oluşturmaktadır. Çalışmamızın ana konusu olan Bt mısır ekimi ise 2016 yılında önceki yıla göre %13 artmıştır.

Bt mısır için 1996-2016 dönemine ait ortalama çiftçi gelir etkisine yönelik rakamlar ise Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’te sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3: Bt Mısır: Ortalama Çiftçi Gelir Etkisi – 1996-2016 (Hektar Başına ABD doları)

Ülke	Teknoloji Maliyeti	Ortalama Brüt Çiftlik Geliri (Teknoloji Maliyeti Düşüldükten Sonra)	Ortalama Gelir (Milyon ABD doları)	Gelirin Türü
ABD	15-30	28	8.450	Maliyet Tasarrufu
Kanada	17-35	15	185,3	Maliyet Tasarrufu
Arjantin	16-33	108	2.391,9	Maliyet Tasarrufuna ilaveten bazı bölgelerde %10’un üzerinde verim artışı
Güney Afrika	9-18	5	62,5	Maliyet Tasarrufu
Brezilya	10-32	38	1.831,9	Maliyet Tasarrufuna ilaveten bazı bölgelerde %1 ila %7 arasında verim artışı
Kolombiya	14-24	15	6	Maliyet Tasarrufu
Filipinler	24-17	31	171	Maliyet Tasarrufuna ilaveten bazı bölgelerde %5 ila %15 arasında verim artışı
Paraguay	13-17	3	4,1	Maliyet Tasarrufu
Uruguay	6-17	3	1,36	Maliyet Tasarrufu
Vietnam	26-28	37	1,43	Maliyet Tasarrufu

Kaynak: Brookes, G., Barfoot, P. (2018). Farm Income and Production Impacts of Using GM Crop Technology 1996–2016, *GM Crops & Food*, 9(2): 59-89.

Tablo 3’te de görüldüğü gibi 1996’dan 2016 yılına gelen süreçte maliyet tasarrufları sayesinde ortalama gelir en fazla hektar başına 8.450 ABD doları ile ABD’de gerçekleşmiş, ABD’yi yaklaşık 2.392 ABD doları ile Arjantin ve yine yaklaşık 1.832 ABD doları ile Brezilya izlemiştir. Hektar başına en az artış ise Uruguay ve Vietnam’da gerçekleşmiştir.

Tablo 4: GD Mısırın Ortalama (%) Verimindeki Artış-Kazanç – 1996-2016

Ülke	Mısır Zararlılarına Karşı Mısır Böcek Direnci	Kök Kurdu Zararlılarına Karşı Mısır Böcek Direnci	Pamuk Böcek Direnci
ABD	7	5	9,9
Güney Afrika	11,1	--	24
Honduras	23,8	--	--
Arjantin	6	--	30

Filipinler	18,2	--	--
İspanya	11,2	--	--
Kolombiya	21,8	--	18
Kanada	7	5	--
Brezilya	11,8	--	1,3
Myanmar	--	--	30,7

Kaynak: Brookes, Barfoot, 2018.

Tablo 4'te de görüldüğü üzere 1996-2016 döneminde GD Mısır'ın Ortalama (%) verimindeki artış-kazanç ise mısır zararlılarına karşı mısır böcek direnci Honduras'da, kök kurdu zararlılarına karşı mısır böcek direnci ABD ve Kanada'da, Pamuk Böcek Direnci ise Myanmar'da gerçekleşmiştir.

Tablo 5'te ise GD tohum ve teknolojisi üreten en büyük 15 firma ve bu firmaların 2016 ile 2017 yıllarında gerçekleştirdikleri satışlar yer almaktadır. Bu tabloda 2017 yılı itibariyle 2016 yılına göre satışlarını en fazla arttıran %48.64 ile Çin Menşei Long Ping High-Tech firmasının olduğu, ikinci firmanın ise Almanya menşei Bayer AG olduğu görülmektedir. Bu noktada Almanya'nın dünya GD tohum teknolojisinde büyük bir pay elde etmesine karşın, GD mahsul üretimini yasalarla engellemesi başka bir akademik çalışmada ayrıca incelenmesi gereken bir konudur. GDO teknolojisini ilk geliştiren ve ilgili patenti elinde bulunduran en büyük GD tohum üreticisinin ABD menşei Monsanto firması olduğu da unutulmamalıdır.⁸

Tablo 5: GD Tohum Teknolojisi Üreten En Büyük 15 Firmanın 2016 ve 2017 Yılı Satış Rakamları

	Şirketin Adı	Şirketin Merkezi	2017 Yılı Satışları (Milyon ABD doları)	2016 Yılı Satışları (Milyon ABD doları)	Değişim %
1	Monsanto	ABD	10,913	9,988	9.26
2	Corteva Agriscience (DowDuPont)	ABD	8,143	8,188	-0.55
3	Syngenta (ChemChina)	Çin	2,826	2,657	6.36
4	Limagrain	Fransa	1,900	1,746	8.82
5	Bayer	Almanya	1,805	1,427	26.49
6	KWS	Almanya	1,596	1,506	5.98
7	Sakata Seed	Japonya	558	529	5.48
8	DLF	Danimarka	542	533	1.69
9	Long Ping High-Tech	Çin	492	331	48.64
10	Rijk Zwaan	Hollanda	480	431	11.37
11	Takii Seed	Japonya	459	480	-4.38
12	Barenburg	Hollanda	291	258	12.8
13	Enza Zaden	Hollanda	--	281	--
14	Bajo Zaden	Hollanda	--	270	--
15	Florimond Desprez	Fransa	--	255	--

Kaynak: GD tohum teknolojisi üreten en büyük 20 firmanın ve 2016 ve 2017 yılı satış rakamları: <http://news.agropages.com/News/NewsDetail---26905.htm>, (Erişim Tarihi 15.01.2020)

⁸ Demirkol, K. (2010). GDO: Çağdaş Esaret, Kaynak Yayınları, s.92-138.

3. GD/Bt Mısır İçin Teorik Değerlendirme

3.1. Dünyada Mısır Üretimi-Tüketimi

2011/2012 tarım sezonunda dünyada gerçekleşen mısır rekoltesinin %65'inden daha fazlası hayvan yemi üretimi için yapılmıştır. Buna ilaveten biyo-yakıt ile biyo-gaz üretimi içinde mısır üretimi yapılmıştır. Arazi ölçeğinde dünya üretilen mısırın yaklaşık onda üçü GD mısır iken⁹ 2018 yılında tüm dünyada Bt Mısır 58,9 milyon hektarda ekilmiştir. Bu değişim yüzdesi ise 2017 yılı ölçeğine göre %1 oranında düşüşe denk gelmiştir. 2018 yılında biyoteknoloji mısırının ekildiği alandaki azalmanın nedenleri ise; Latin Amerika'daki olumsuz hava koşulları, ABD ve Kanadada düşük piyasa fiyatı, Avrupada daha az haşere insidansı¹⁰, yüksek yılsonu stokları ve Filipinler'de sahte tohum sorunu şeklinde sıralanabilir. 2018 yılında ekilen Bt mısır, 2018 yılında yetiştirilen 197,2 milyon hektarlık mısırın küresel alanının (58,9 milyon hektar) %30'unu oluşturmaktadır. 58,9 milyon hektara dikilen Bt Mısır ise; 5,5 milyon hektar böceğe dirençli (IR), 5,6 milyon hektar herbisite toleranslı (HT) ve 47,8 milyon hektarlık yığılmış IR / HT mısırdan oluşmuştur.

Dünya ölçeğinde 14 ülke 2018 yılında Bt mısır yetiştirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (33,7 milyon hektar), Brezilya (15,4 milyon hektar), Arjantin (5,5 milyon hektar), Güney Afrika (2 milyon hektar) ve Kanada (1,57 milyon hektar) 2018 yılında en fazla Bt mısır yetiştiren ilk beş ülkeyi oluşturmuştur. Bir milyon hektardan daha az ekim yapılan ülkeler ise sırasıyla Filipinler, Paraguay, İspanya, Uruguay, Kolombiya, Vietnam, Honduras, Şili ve Portekiz'dir. Bu ülkeler arasında özellikle Vietnam 2018 yılında Bt mısır kabulünde önemli bir artış göstermiştir. 2018 yılında Japonyada ise; gıda, yem işleme ve kültivasyon için glufosinat, glifosat ve dikamba herbisit toleransı, koleopteran ve lepidopteran böcek direnci için çeşitli gen kombinasyonlarına sahip üç yeni IR / HT bitkiyi onaylanmıştır. 1996-2016 yılları arası Bt mısır yetiştiren çiftçilerin geliri 63,7 milyar dolar iken bu rakam sadece 2016 yılı için 6,9 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir.¹¹

3.2. Gerald C.Nelson tarafından GD/Bt Mısır İçin Geliştirilen Örnek Teorik Model

İleri gen teknolojisi sayesinde mısıra herbisit direncinin kazandırılması çiftçilere başlangıçta mahsulünün korunması avantajını sağlamamıştır, bu korunma yanında çiftçinin yeni teknoloji kullanımından kaynaklanan yeni bir maliyetle de tanışmasına neden olmuştur. Gerald C. Nelson tarafından 2001 yılında, Avrupa Mısır Parazitinin (ECB) istilasının ekonomik etkileri ile ilgili yapılan ilk literatür çalışması yayımlanmıştır.¹² Bu çalışmada; mısır üretiminin değişken maliyetinin üretim miktarı ile birlikte artış gösterdiği sonucuna varılmıştır. Şekil 4'de Gerald C.Nelson'un oluşturduğu Bt mısır piyasası arz talep grafiği yer almaktadır.

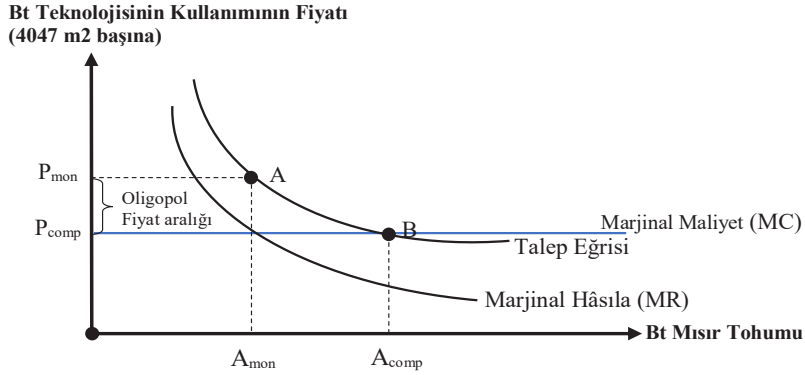
9 Lusser M, Raney T, Tillie P, Dillen K, Rodriguez-Cerezo E (2012). International Workshop on Socio-economic Impacts of Genetically Modified Crops co-organised by JRC-IPTS and FAO. <http://www.fao.org/3/ap016e/ap016e.pdf>, s.109, (Erişim Tarihi:10. 01.2021).

10 İntidans: Belirli bir zaman dilimindeki belirli bir hastalık veya hastalıkların yeni olgularının sayısını ifade etmektedir.

11 Brookes, Barfoot (2018). 2018 Farm Income and Production Impacts of Using GM Crop Technology 1996–2016, *Journal GM Crops & Food Biotechnology in Agriculture and the Food Chain*, 9 (2) :59-89.

12 Nelson, G.C. (2001). *Genetically Modified Organisms in Agriculture, Economics and Politics*, Academic Press, University of Illinois, USA. s.32-33.

Şekil 4: Bt Mısır Piyasası

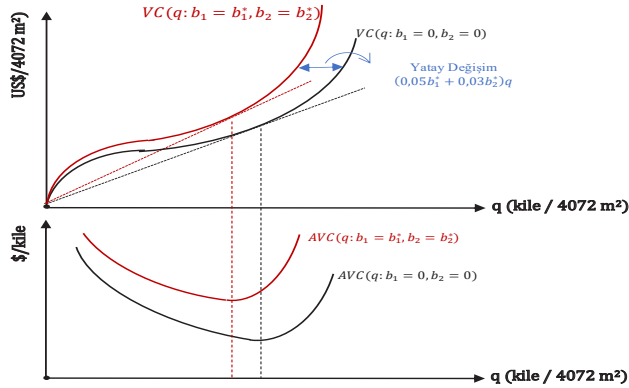


Kaynak: Nelson, G.C. (2001). Genetically Modified Organisms in Agriculture, Economics and Politics, Academic Press, University of Illinois, USA, s.33.

Nelson¹³ tarafından geliştirilen modele göre Bt mısır piyasası oligapostik bir yapıya sahiptir. Bu nedenle Şekil 4'te A_{mon} (monopol/tek el Bt mahsul arzı) ve A_{comp} (rekabet piyasası Bt mahsul arzı) arasındaki bölge, teknolojinin tek el tarafından sunulması halinde, temin edilmeyen Bt mısır tohumu miktarını (buna bağlı olarak da ekilmeyen arazileri) göstermektedir.

Şekil 5'de gösterilen Gerald C. Nelson analizinde ise teknolojinin piyasalardaki fiyatlara etkisi, canlı hayvan ve et piyasaları etkileri ile yağmur, sıcaklık ve diğer hava değişkenlerini ortalama değerleri alınarak gübre, tohum, herbisit gibi girdilerin fiyatları da analiz öncesi grafiğe veri olarak işlenmiştir.

Şekil 5: ECB (Avrupa Mısır Paraziti-European Corn Borer) İstilasının Ekonomik Etkileri



Kaynak: Nelson, 2001, 30.

13 Nelson, 2001, 32-33.

Avrupa Mısır Parazitinin (ECB) farklı türleri vardır ve her bölgede farklı bir alttürü etkili olabilmektedir. Örneğin ABD’de, ECB’nin 4 çeşit alttürü mısırın büyüme dönemlerinde oluşmaktadır. ECB nedeniyle meydana gelen mahsul kaybı her nesildeki parazit hastalığının derecesine göre değişmektedir. Oluşan mısır parazitlerin büyüyerek etkili olması da hava durumu ve iklim koşullarına bağlıdır.

Örneğin birinci nesil parazit; mısırın ilk filizlendiği dönemde etkili iken bu parazitin tek bir mısırdaki verdiği zarar %5-6 seviyesindedir. İkinci nesil parazit ise mısırın kulak gelişimi aşamasında etkili olmakta, bu parazit yüzünden de %2-4 arası mahsul kaybı yaşanmaktadır.¹⁴

Şekil 5’te yer alan b1: 1. nesil ve b2: 2. nesil parazitleri temsil etmektedir. Kalın çizilmiş VC eğrisi ($q; b_1 = 0, b_2 = 0$) mısır parazitlerinden arındırılmış değişken maliyetleri göstermektedir. İnce çizilmiş VC eğrisi ($q; b_1 = b_1^*, b_2 = b_2^*$) her bir bitkide parazitlerin neden oldukları her kile¹⁵ başına değişken maliyeti ifade etmektedir. Nelson yaptığı analizde 0,404 dönüm (4047 m²) başına mahsulün $[0.05b_1^* + 0.03b_2^*]q$ miktarı kadar azaldığını hesaplamıştır. Bu azalış da değişken maliyet (VC) eğrisinin daha yatay (yatık) bir konuma geçmesine neden olmaktadır. Bu durum da alt ortalama değişken maliyet (AVC) eğrisinin büyümesine neden olmaktadır. Nelson, çiftçilerin gelecek sezonda ne kadar parazitin ortaya çıkacağını bilemeyeceklerini belirterek Şekil 5’te yer alan b1 ve b2 değerlerinin kesin olarak ifade edilemeyeceğini belirtir. Bu durum ise Şekil 6 yardımı ile açıklanmıştır.

$E\{b_1\}$ ’in her bir bitki başına beklenen 1. Nesil parazit sayısını, $E\{b_2\}$ de her bir bitki başına beklenen 2. Nesil parazitlerin olası sayısını göstermektedir. Şekil 6’da değişken maliyet eğrisinde beklenen yatay değişim $[0.05E\{b_1\} + 0.03E\{b_2\}]q$ olarak, geleneksel mısır için beklenen değişken maliyet eğrisi ise $EVC(q)$ eğrisi ile gösterilmiştir.

Nelson’un yaptığı analiz, genetiği değiştirilmiş mısırla ECB parazitinin mahsul üzerindeki etkisinin en aza indiği sonucuna varmıştır. $VCBt(q)$ eğrisi, $VC(q; b_1 = 0, b_2 = 0)$ eğrisinden 8\$’lık farkla sola kaymış, geleneksel yöntemle mısır ekildiğinde ise beklenen değişken maliyet eğrisinin ise $EAVC(q)$ olduğu sonucuna varmıştır. Şekil 7’den hareketle mısırın fiyatını yorumlarsak; mısırın beklenen fiyatı $AVCBt(q)$ ile $EAVC(q)$ kesişimindeki fiyattan daha düşük olursa, çiftçi geleneksel ekimiyle kârını maksimize etmiş olacaktır. Eğer fiyat daha yüksek ise, transgenik teknoloji üretimi en yüksek kârı vermiş olacaktır.

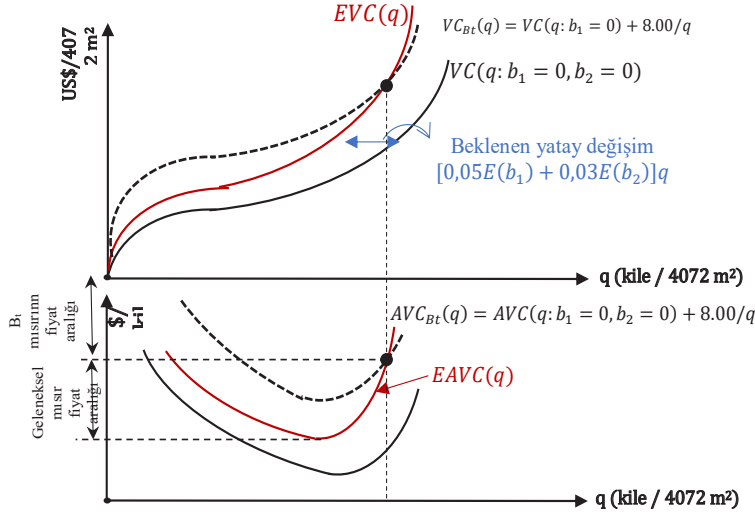
Nelson’un teorik yaklaşımı bağlamında Tablo 3’teki 1996-2016 yılları arasında Bt Mısırın ortalama çiftçi gelir etkisi verileri incelendiğinde; analize konu olan ülkelerin tamamında, ABD, Kanada,

14 Ayrıntı için bkz. Bessin, R. (1996). Bt-Corn: What it is and How it Works, <https://entomology.ca.uky.edu/ef130>, (Erişim Tarihi: 14.06.2021); Bode, W., Blode, W.M, and Calvin, D.D. (1990). Yield-Loss Relationships and Economic Injury Levels for European Corn Borer Populations (Lepidoptera: Pyralidae) Infesting Pennsylvania Field Corn, *Journal of Economic Entomology*, 83: 1595–1603.; Mason, C., Rice, M., DiFonzo C. ve Porter R.P. (1996). “European Corn Borer: Ecology and Management and Association with Other Corn Pests.”, NCR-327, North Central Regional Extension Publication, Iowa State University, July.; Monsanto Company (1998). “YieldGard Insect-Protected Corn: The Whole Plant. The Whole Season.”; Ostlie, K.R., Hutchison, W.D., Hellmich, R.L. (1998). Bt Corn and European Corn Borer: Long-Term Success Through Resistance Management, <http://www.extension.umn.edu/Documents/D/C/DC7055.html>. (Erişim Tarihi: 05.01.2020) October 1998 supplement available at <https://ent.agri.umn.edu/ecb/nc205doc.htm>, (Erişim Tarihi: 12.02.2020)

15 Kile; ziraatte kuru ürünlerde kullanılan bir hacim ölçüsüdür.

Arjantin, G. Afrika, Brezilya, Kolombiya, Filipinler, Paraguay, Uruguay ve Vietnam, teoride ortaya konduğu gibi maliyetlerinde düşüş yaşandığı görülmektedir.

Şekil 6: Bt Mısır Kullanım Ekonomisi



Kaynak: Nelson, 2001, 32.

Benzer şekilde Tablo 4'te verilen GD Mısır'ın ortalama (%) verimindeki artış verileri incelendiğinde, teorik analize paralel olarak, ampirik analize konu olan ülkelerin tamamında üretim artışının gerçekleştiği görülmektedir. Tablo 5'te de GD'li ürünlerin pozitif verim etkilerinden kaynaklanan ek bitkisel üretim verilerine bakıldığında ise yine teorik analize paralel olarak mısır, soya fasülyesi, pamuk, konola şeker pancarı üretim artışlarının gerçekleştiği görülmektedir.

Nelson'un teorik yaklaşımı ve ampirik çalışmaların bulguları her ne kadar yeni biyoteknolojik yöntemlerin üretimde kullanılmasının maliyetlerde düşüş ve hasılda artışa yol açacağına işaret ediyor olsa da söz konusu üretim yönteminin ve ürünlerin ihtiva ettiği riskler ve bunların doğurduğu negatif dışsallıklar nedeniyle sosyal maliyetler analize dahil edilmediğinden söz konusu gelişmeleri doğrudan olumlu olarak değerlendirmek gerçekçi olmayacaktır.

4. Kârlılık Değerlendirmesi

4.1. Kârlılık Faktörleri: Maliyet ve Mahsul

Kârlılık, çiftçilerin elde ettiği hasıllardan, maliyetlerinin çıkartılması sonucu ellerinde kalan marj olarak tanımlanabilir. GD ekinlerinin kârlılığı, geleneksel ekinlerle kıyaslanarak Tablo 6'da ölçülmeye çalışılmıştır.

Tablo 6: GD –Geleneksel Ürünlerin Maliyet – Mahsul Kıyaslaması Örneği

Kârlılık Kriteri	Birim	GD Tohumu	GD ile Geleneksel Arasındaki Fark	
			Minimum	Maximum
Maliyetler: Tohumlar	€/Hektar	HT Soyafasülye	13.5	15
		Bt Mısırı	3	35
		HT Kanola	11	25
Zararlı Ot Kontrolü	€/Hektar	HT Soyafasülye	-33	-35
		Bt Mısırı	6	6
		HT Kanola	-8	54
Mahsuller	%	HT Soyafasülye	-%12	%4
		Bt Mısırı	%3	%9
		HT Kanola	-%11	%79

Kaynak: Commission of the European Communities (2000)¹⁶

Not: HT: Herbisit dirençli, Bt: Böceklerle karşı dirençli

GD’li ekinler, zararlılara karşı farklı veya azaltılmış koruma sunduklarından maliyette tasarruf sağlamaları beklenmektedir. Diğer yandan GD tohumlar geleneksel tohumlara göre daha pahalıdır. GD ile geleneksel tohumların fiyatları aynı olması halinde daha fazla koruma sağlayan GD’li ekinler daha fazla kâra olanak sağlamaktadır. Buna bağlı olarak mahsuller, tohumlar ve zararlı ot kontrolü maliyetleri GD ekinlerinde kârlılığın belirleyici faktörleridir denebilir.¹⁷ Tablo 7’de de belirtildiği gibi tohum maliyetleri GD ve geleneksel tarım açısından hektar başına HT Soya fasulyesinde 13,5 ile 15 €, Bt Mısırında 3 ila 35 €, HT kanolada ise 11 ila 25 € arasında değişmektedir. Zararlı otların kontrolü ise yine GD ve geleneksel tarım açısından hektar başına HT Soya fasulyesinde 33 ile 35 €, HT kanolada ise 8 ila 54 € azalmakta, Bt Mısırında ise 6 € artmaktadır. Buna karşılık GD ve geleneksel tarım açısından mahsul, HT Soya fasulyesinde max. %4, Bt Mısırında %9, ve HT kanolada %79’a kadar artmaktadır. Aynı şekilde HT Soya fasulyesinde %12, HT kanola %11 azalma yaşanabilirken Bt Mısırında azalmanın aksine min. %3 mahsul artışı gözlenmiştir.¹⁸

Çalışmamızın ana konusun oluşturduğu Bt mısırı hakkında en güncel çalışma 1996-1998 yıllarını kapsayan tarımsal kaynak yönetim verileri (USDA) olarak karşımıza çıkmaktadır, buna göre Bt mısırını kullananlar kullanmayanlara göre daha yüksek miktarda mahsul elde etmişlerdir. Gianessi ve Carpenter (1999) 1997’de hektar başına ortalama 0.73 ton mahsul, 1998’de ise hektar başına 0.26 ton mahsul elde edildiğini tespit etmişlerdir.¹⁹ Gianessi ve Carpenter tarafından 1997 ve 1998 yılları arasındaki bu büyük farklılık hava durumu koşulları ve böcek istilasının boyutlarındaki farklılıklarla açıklanmaktadır. GD mahsulleri ile GD olmayan mahsulleri karşılaştırmak basit bir işlem değildir. Mahsul miktarları birçok faktöre bağlı olarak değişebilir. GD ekinlerinin verimlilikleri hava durumu, sıcaklık, diğer canlılarla olan etkileşimleri, uygulanma biçimleri vb. gibi faktörlere doğrudan bağlıdır ve bunlar geleneksel ekinlerle kıyaslanırken göz önünde bulundurulmalıdır.

16 Commission of the European Communities, 2000, 4.

17 Commission of the European Communities, 2000, 4-39.

18 Commission of the European Communities, 2000, 4-5.

19 Gianessi, L., Carpenter, J. (1999). Agricultural Biotechnology: Insect Control Benefits, <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.178.4423&rep=rep1&type=pdf>, (Erişim Tarihi: 14.06.2021)

4.2. Efektif Kârlılık

Eldeki çalışmalar ve veriler GD ürünlerinin kârlılığı hakkında kesin sonuç vermek için yeterli görünmemektedir. ABD'de GD tarım faaliyetlerinin yeni başladığı dönemde yapılan ilk çalışmalarda, HT bitkilerin tarımsal üretim maliyetlerine olan olumlu etkisinin, tohumların üretimi için katlanılan ilave maliyetlere eşit hatta maliyetlerin lehine daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Maliyetinin daha yüksek olmasına rağmen çiftçilerin GD tarımı yabancı ot kontrolünde daha hızlı sonuç verdiğinden dolayı tercih ettikleri aynı çalışmalarda tespit edilmiştir.

Bt mısırının maliyet etkinliği mısırın büyüme koşullarına bağlıdır. Mısır parazitlerinin istilalarının yoğunluğu önemli ölçüde etkili olmaktadır. Kârlılığı konusundaki veriler ise kesin ve belirgin değildir. Bu çelişkili ve kesin olmayan sonuçlar, kısa dönemde GD ürünlerin tercihinde tek itici gücün kârlılık olmadığını göstermektedir. Uygulamada genetiği değiştirilmiş ürünlerin en önemli tercih edilme nedeni herbisitlere karşı dirençli oluşlarıdır. Bu ekinler, çeşitli büyüme koşullarına uyumluluk gösterebilmektedirler, bu da işgücü ihtiyacını azaltmak için kullanılabilir ya da esnek çalışabilen işgücü ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bu uyumluluk etkisi, işgücü maliyetlerinde tasarruf ve işgücü verimliliğinde artış anlamına gelir. Ancak bu etki kârlılık olarak değerlendirilmez. İş gücü daha az maliyetli olsaydı daha az işgücü üzerinden daha fazla getiri, kârlılığın artması anlamına gelebilirdi, dolayısıyla Bt mısırın pratikte emeğin değeriyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.²⁰

Graham Brookes'un yaptığı çalışmaya göre eğer GD teknolojisi var olmasaydı mısır, soya fasulyesi ve kanolanın fiyatlarının sırasıyla %5.8, %9.6, %3.8 daha yüksek olacağı sonucuna varılmıştır. Yine aynı çalışmaya göre soya fasulyesi ve yağı fiyatında da %5-9 artış yaşanması muhtemel bir sonuç olarak belirtilmiştir.²¹

Bt mısırının ekimi ile ilgili kararı vermek çok karmaşık bir olgudur. Beklenen istilanın boyutlarına göre ve ekim yerinin özelliğine göre düzenlemeler yapmak gereklidir. Bu tarz farklılıklar, mahsuller ve getiriler kıyaslanırken, biyoteknolojiyi kullananlar ile kullanmayanlar arasındaki farkı ele alarak değerlendirilme yapılmalıdır. Daha yüksek eğitim düzeyi de o kişinin değişiklik durumlarında ihtiyaç duyulan yönetim becerilerini daha etkin kullanmasını sağlayabilir ve elde edeceği kârı etkileyebilir. Ayrıca GD mahsul kârlılığının tohum fiyatlarına ve tarım ürünlerinin verimini artıran kimyasallara ve hava koşullarına karşı oldukça duyarlı olduğu da unutulmamalıdır.

Kârlılığı daha doğru değerlendirebilmek için gıda sektöründeki arz ve talep değişimleri birlikte ele alınmalıdır. Bu nedenle hem GD mahsul tarlalarının hem geleneksel mahsul tarlalarının yıllarca düzenli takip edilmesi ve tüketici taleplerindeki değişimlerin de belirlenmesi gerekmektedir.

HT ürünlerinin etkinliğinin artması durumunda bu avantaj işçilerin verimliliklerinde de bir artışa dönüşmelidir. Bt mısır mahsulündeki artış daha gelişmiş toprak verimliliği anlamına

20 Ching, L., Matthews, J. (2001). GM Crops Failed, The Institute of Science in Society, [GM Crops Failed, iatp.org](http://www.iatp.org). (Erişim Tarihi: 15.06.2021)

21 Brookes G. (2010). The Production and Price Impact of Biotech Corn, Canola and Soybean Crops, AgBioForum, 13(1): 25-52. Web: <http://www.agbioforum.org/v13n1/v13n1a03-brookes.pdf>, (Erişim Tarihi: 13.03.2020).

gelir. Etkilerin her iki türü de, çiftçilerdeki üretim faaliyetleri için bir basamak anlamına gelir. Piyasadaki fiyatlarla, arttırılmış tarla verimliliği arzda bir artışa yol açar. Eğer talebin fonksiyonu değişiklik göstermiyorsa fiyatlar düşecektir. Giderek daha çok üretici, biyoteknolojik ekinleri benimseyip, üretmeye başlamakta ve bu da arz tarafında artışa neden olmaktadır. Talep tarafında ise genetiği değiştirilmiş ürünlerle ilgili kaygılar ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, maliyetlerdeki ve fiyatlardaki farklılığı ifade eden, genetiği değiştirilmiş ve genetiği değiştirilmemiş ürünler arasındaki ayırım giderek büyümektedir denilebilir. Sadece kalite arttırmaya yönelik yenilikler, talep fonksiyonunda yapısal bir değişikliğe ve fiyat artışına neden olacaktır.²² Buna rağmen, pazarda kalite özelliğini arttırmaya yol açan çok fazla genetiği değiştirilmiş ürün bulunmamaktadır ve beklentiler hala orta dönemle sınırlıdır. Hızlı benimsenmeleri sebepleri ve genetiği değiştirilmiş ürünlerin kârlılığı dikkate alındığında tarımsal politikaların ölçümlerinin etkileri de hesaba katılmalıdır.

5. Dünyada Genetiği Değiştirilmiş Organizma Ticareti

Biyoteknolojideki yeni gelişmeler mısır, soya fasulyesi ve pamuğun üretiminde gelişmelere yol açmıştır. Tüketicinin bu yeni teknolojiye tepkisi ise karmaşıktır. Artan verimlilikle veya azalan girdi kullanımı ile birlikte, arzdaki artış şoku ve GD'li gıdalara karşı davranışlarıyla şekillenen talep şoku, GD mahsul üretimini, ticaretini ve GD gıda fiyatlarını etkilemektedir. Sonuçlar birçok faktöre bağlıdır. Bunlardan bazıları; işçilik ve piyasa ayrışmaları, GD ürünlerinin üreticilerde neden olduğu üretim şoku ve tüketicilerin GD ürünlerine olan karşıtlığının boyutlarıdır. Sonuçlar global ticaret modellerine bağlı olmakla birlikte eğer işçilik maliyeti ve piyasa ayrışması fazla değilse, global düzeyde GD ve geleneksel ürünler arasında büyük fiyat farklılıkları yaratmayacağı veya dünya üretim ve ticaretinde büyük değişimler meydana gelmeyeceği sonucu çıkarılabilir. Gelişmekte olan ülkeler bu yeni teknolojileri benimserlerse budan kazanç elde edebilirler.

Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2014 yılında yapmış olduğu uluslararası bir çalışmaya göre; Arjantin'in Brezilya'dan ithal ettiği pamuğun tamamı, Avustralya'nın ABD'den ithal ettiği pamuk tohumunun tamamı, Kanada'nın ABD'den ithal ettiği mısır, soya ve kolza'nın tamamı veya tamamına yakını (%95-100), Bolivya'nın Arjantin ve Brezilya'dan ithal ettiği mısır ve soya'nın %99'u GD ürünlerdir.²³ FAO araştırmasında ülkelere ihraç ettikleri ürünlerin içindeki GD ürün oranları da sorulmuştur. Ülkelerin beyanlarına göre; Avustralya'nın ihraç ettiği pamuğun tamamı, Arjantin'in ihraç ettiği mısırın %90'ı, soyanın %99'u, pamuğun ise %95'i, Kanada'nın ihraç ettiği mısırın %85'i, soyanın %50'si, kolzanın ise %95'i GD ürünlerdir. Araştırmaya katılan ülkelerin ihraç ettikleri ürünlerin içindeki GD ürün oranları ve ana ticaret ortağı olan ülkeler Tablo 7'de gösterilmektedir.

22 Bullock, D., Nitsi, E.I. (1999). GMO adoption and Private Profitability. The Economics and Politics of Genetically Modified Organisms in Agriculture. Bülten 809, University of Illinois, s.21-38.

23 FAO (2014). Low Levels of Genetically Modified Crops in International Food and Feed Trade: FAO International Survey and Economic Analysis, FAO web sitesi: <http://www.fao.org/docrep/019/i3734e/i3734e.pdf>, Erişim Tarihi (6. 01. 2021), s.19.

Tablo 7: Bazı Ülkelerin İhraç Ettiği GD Bitkiler ve Ana Ticaret Ortakları

Ülke	Ürün	İhracatı Yapılan Üründeki GD Ürün Oranı (%)	Ana Ticaret Ortağı
Arjantin	Mısır	90	Kuzey Afrika, Güney Amerika, Asya
	Soya	99	Asya, Orta Doğu, AB
	Pamuk	95	Güney Doğu Asya
Avustralya	Kolza	23	Pakistan, Japonya, BAE, Bangladeş
	Pamuk	100	Çin, Japonya, Kore Cumhuriyeti, ABD
Bolivya	Soya	99	Peru, Kolombiya, Ekvador, Brezilya
Kanada	Mısır	85	ABD, İspanya, Mısır, İzlanda, Hong Kong
	Soya	50	Çin, Japonya, ABD, Hollanda, Belçika, Mısır, Malezya
	Kolza	95	Çin, Japonya, Meksika, ABD
ABD	Mısır	--	Japonya, Meksika, Çin, G. Kore, Venezuela
	Soya	--	Çin, Meksika, Japonya, Endonezya, Almanya
	Pamuk	--	Çin, Türkiye, Meksika, Vietnam

Kaynak: FAO (2014).

GD teknolojilerinin ortaya çıkışı ulusal ve uluslararası alanda politik ve ekonomik kurumlarda belirsizlik yaratmıştır. Bu belirsizlik altında ekonomik çalışmalar, tarım teknolojisinin benimsenmesinin yaratacağı potansiyel maliyetler ve yararların analizlerine odaklanmıştır. Bu çalışmalar tüketicilerin tercihlerinde ve ulusal – uluslararası düzenlemelerin yapısındaki değişimleri dikkate almaktadır. Bu çerçevede GD ürün ticareti; mevcut verim ya da potansiyel verimlilik artışlarına, tüketicilerin GD ürünlerine olan tutumlarına ve GDO'suz çeşitleri satın alma isteklerine, piyasada ortaya çıkan kısıtların varlığı nedeniyle oluşan ek maliyetlere, refah artışının paylaşımı ve bu teknolojiyle birlikte ortaya çıkan tek el rantlarına göre şekillenmektedir.

6. Genetiği Değiştirilmiş Mahsullerin Riskleri

Tarımın modern ve tarihsel gelişimi bağlamında, GD mahsuller potansiyel olarak risk teşkil edebilecek bazı niceliksel özelliklere sahip olabilmektedir. Geleneksel tarımda mahsul, rastlantısal mutasyonlar, kimyasal ve radyoaktif etkilere maruz kalma sonucu tesadüfi gen mutasyonları ve yabani akrabalarından gelen genlerin içe aktarılması yoluyla genetik özellikler değişebilmektedir. Modern tarımda ise gen teknolojisi kullanılarak yapay yolla genlerin mahsullere taşınması olanaklı olmaktadır. Bu bağlamda GDO teknolojisi, genetik değişikliklerin ve istenen fenotipik özelliklerin elde edilmesi noktasında geleneksel mahsul yetiştirme yönteminden farklılaşmakta ve bu yönüyle çevresel, sosyal riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu yönüyle genetiği değiştirilmiş tohum risklerinin literatürde tartışıldığı görülmektedir.

Şunu belirtmek gerekir ki; biyoteknolojik yöntemler ile geliştirilen GD tohum üretiminin iktisadi etkilerine ilişkin analizler yapılmış olmasına karşın, bu çalışmaların söz konusu biyoteknolojik yöntemlerin geleneksel yöntemlere kıyasla maliyet düşürücü ve hasılat arttırıcı etkileri dikkate

alınarak analiz edildiği; çevre, insan ve hayvan sağlığı üzerindeki kısa ve uzun dönemde zararları gibi negatif dışsallıklarının dikkate alınmadığı görülmektedir. GDO'lu mahsüllerin gerçekleşen ve potansiyel zararlarına ilişkin tartışmalar iktisadi analizlere yoğun bir şekilde yansımadağı söylenebilir. İktisadi analizlere olumsuz dışsallıklar olarak dahil edilmesi gereken ekolojik alanda oraya konan olumsuzlukları şöyle özetleyebiliriz.

GDO'larla ilgili önemli bir riski de Yatay Gen Transferi (YGT) riskidir. YGT, çeşitli çevresel koşullarda organizmalar tarafından yabancı genlerin edinilmesidir. GDO'dan başka organizmalara yatay gen transferi ile insanların veya çevrenin sağlığına potansiyel bir zarar kaynağı olabilecek yeni bir özellik ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, antibiyotik direnç genlerinin bir patojene aktarılması, insan veya hayvan tedavisini tehlikeye atma potansiyeline sahiptir.²⁴ Bu tür bir yatay transferi, birçok farklı bakteri için, birçok gen için ve birçok farklı ortamda gözlemlendiğinden, önlem alınmadıkça rekombinant genlerin diğer bakterilere yayılmayacağını varsaymak yanlış olur.²⁵ YGT'nin bir diğer önemli olası etkisi, eklenen genleri bir GDO'dan potansiyel zararlılara veya patojenlere aktarabilmesidir. Bu durum, beklenmedik/istenmeyen değişikliklere neden olabilir. GD ürünler ile geleneksel ürünler dış görünüşleri itibarıyla benzerlik gösterdiğinden, tüketici açısından bu ürünleri birbirinden ayırmak imkansız olmaktadır ki bu durum da tüketici hakları açısından ayrıca değerlendirilmesi gereken bir konudur. Tüm bu olumsuz dışsallıklar, kısa dönem-mikro düzeyde maliyet düşüşü ve üretim artışına neden olurlarken, uzun dönem – sosyal maliyetlerde ciddi artışlara da neden olabileceği dikkate alınması gereken bir noktadır. Tarımsal – tıbbi-endüstriyel alanda biyoteknolojik ilerlemeler ve meydana getirdiği olumlu ve olumsuz sonuçları, değişen dinamikleri içinde çevre – insan sağlığı açısından sürekli denetlenmeli ve düzenlenmelidir.

İktisadi açıdan yeni biyoteknolojik yöntemlerin üretim ve maliyet üzerindeki etkisi dışında, yukarıda bahsi geçen negatif dışsallıkların neden olduğu sosyal maliyetler de dikkate alınarak biyoloji-genetik bilim gibi yaşam bilimleriyle multidisipliner çalışmaların yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

7. Sonuç

Bu çalışma “Genetiği değiştirilmiş mısır tohumlarının olası ekonomik etkileri” konusunu hem pozitif hem de negatif bakış açısını kapsayacak şekilde hazırlanmıştır. Çalışmanın giriş bölümünde genetik değişim konusunda teorik bilgilere yer verilmiştir. İkinci bölümde GD piyasası hakkında genel bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde teorik bir model genetiği değiştirilmiş mısır bazında incelenmiştir, dördüncü bölümde kârlılık analizine yer verilmiştir. Son bölümde ise konunun ticari boyutu ve riskleri ele alınmaya çalışılmıştır.

Son 20-25 yıldır dünya gündeminde genetiği değiştirilmiş gıdalar yer almaktadır. Ancak tarım biyoteknolojisinin ilk ticarileştirilen ürünü olan domatesin dünya piyasasına sürüldüğü döneme bakarsak 1990'ların başından beri (hatta daha da önce) farkında olalım ya da olmayalım GD

24 Bennett P. Livesey C. T., Nathwani D. D., Reeves S., Saunders J. R., Wise R., (2004). An Assessment of the Risks Associated with the Use of Antibiotic Resistance Genes in Genetically Modified Plants: Report of the Working Party of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 53(3): 418–431.

25 Çelik V., Turgut Balık, D. (2007). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO), Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(1-2): 3–23.

ürün tüketiyoruz. Buna rağmen ABD'nin patentini elinde bulundurduğu bu genetiği değiştirilmiş tohumların ne sağlık, çevre, biyoçeşitlilik vs. açısından, ne de ekonomik açıdan avantajları ve dezavantajları konusunda görüş birliğine varılabilen net bir çalışmaya literatürde rastlanamamıştır. Birçok yaklaşım, model, analiz öne sürülmesine rağmen gerçekte etkisinin ne olduğu ya da olacağı şimdilik bilinmemektedir. Bu durumun en büyük gerekçesi olarak GDO'nun etkisinin gözlemlenebilmesine olanak sağlayacak olan yeterli sürenin dolmadığı yönündedir. Diğer bir gerekçe olarak ABD'nin ekonomik çıkarlarını zedelememek için elde ettiği deneysel sonuçları (özellikle GDO'nun sağlığa zararları konusunda) kamuoyundan gizlediği ya da üzerini "test için yetersiz süre" yaklaşımıyla örttüğü yönündedir. Dolayısıyla bazı bilim insanları; konuya ılımlı (pozitif) yaklaşırken bazıları da olası negatif sonuçlarını vurgulamaktadırlar.

Pozitif bakış açısına göre oluşması muhtemel GDO piyasasının işleyiş mekanizması özetle şu şekilde oluşmaktadır: GD tohum sayesinde artan üretim verimliliğiyle birlikte, ürünlerin fiyatlarında düşüş meydana gelecektir. Maliyetlerdeki düşüşler fiyatların düşmesine neden olarak tüketimi arttıracak ve refahı artırıcı yönde etki edecektir. Tarım biyoteknolojisini benimseyenler benimsemeyenlere göre piyasalarındaki güçlerine oranla daha yüksek getiri elde edeceklerdir. Benimsemeyenlerin bir kısmı, dünyadaki değişen fiyatlara bağlı olarak az miktarda getiri elde edeceklerdir. Gelişmekte olan ülkeler bu yeni teknolojiyi benimserlerse getirileri de uzun vadede daha yüksek olacaktır. Etiketleme zorunluluğu olmadığı ve talep piyasasındaki ayrışmanın olmadığı varsayıldığında, dünya piyasaları bu yeni teknolojinin ortaya çıkışına kolaylıkla uyum sağlayabilecektir. Diğer yandan GD mahsul piyasası gelişmiş-az gelişmiş ülkeler (merkez-çevre) bazında değerlendirilirse gelişmekte olan ülkelerde hane halklarının refahı tarıma daha çok bağlı olduğundan tarım biyoteknolojisindeki gelişmelere daha duyarlı olacakları düşünülmektedir. Çin ve Hindistan gibi büyük nüfusa sahip ülkelerin iç piyasaları daha büyük olduğundan ticaret rejimi değişimden fazla etkilenmeyebilirler. Fakat Afrika'nın özellikle Sahara altı bölgelerindeki ülkelerde bu durum iç piyasa darlığı nedeniyle farklılık gösterir. Bu ülkeler AB kısıtlayıcı kuralları yüzünden GD ürünlerin ihracatını çok fazla yapamamaktadırlar.

Negatif bakış açısına sahip ekonomik modeller ise özetle şu şekilde şekillenmektedir: GD tohumlar hibrit tohumlar gibi kısırlaştırılmış tohum olduklarından bir tarladan ikinci ürünü alabilmek için çiftçilerin tohum satan şirkete bağımlı hale gelecekleri ve bu nedenle tarım maliyetlerinin artıp bu durumun gıda fiyatlarına yansıtacağı öngörülmektedir. Bu nedenle de yerel ekonomide hanehalkının alım gücünün düşeceği ve enflasyonist etkiler oluşacağı öngörülmektedir. GD mahsul piyasası makro ölçekte değerlendirildiğinde, ülke tarım ekonomisinin GD tohum patentini elinde bulduran ülkeye bağımlı hale dönüşeceği de belirtilmektedir. Ayrıca sağlık açısından zararlarının da çeşitli hayvan deneyleri ile kanıtlanmış olduğu ancak basında yer alamadığı da öne sürülmektedir. Diğer yandan ekonomik fayda yaratacağını vurgulayanların savunduğu gibi bir verim artışının gerçeği yansıtmadığı öne sürülmektedir. Ayrıca konu ile ilgili çok farklı modeller de oluşturulmuştur: Bazı modeller GD ürün ve geleneksel ürün tespiti konularında uzmanlaşmalar meydana geleceğini öne sürerken, bazı çalışmalarda ülkelerin bunların her ikisini de üretebileceği fakat arz zincirinde ayrımını yapacağını belirtmiştir. Nitekim 2018 yılında GD mahsul üreten 15 ülke vardır; Amerika Birleşik Devletleri (33,7 milyon hektar), Brezilya (15,4 milyon hektar), Arjantin (5,5 milyon hektar), Güney Afrika (2

milyon hektar) ve Kanada (1,57 milyon hektar), bir milyon hektardan daha az dikim yapılan ülkeler Filipinler, Paraguay, İspanya, Uruguay, Kolombiya, Vietnam, Honduras, Şili, Vietnam ve Portekizdir. Ayrıca GD tohum ekimine izin vermeyip GD ürün ithalatına izin veren ülkeler de mevcuttur. Türkiye de bu ülkelerden biridir.²⁶ İlgili modellerde tüketicilerin GD ürünlere karşı tutumlarına göre farklı sonuçlar elde edilmektedir. Modellerde üretim artışlarında da farklılıklar oluşmaktadır.

Son olarak konu ile ilgili pek çok doğruluğundan emin olunamayan bilginin mevcut olduğunu belirtmek gereklidir. Ayrıca hem ekonomik hem de sağlık açısından yapılan değerlendirmelerin ve modellerin gerçeği ne kadar yansıttığı, öngörülen sonuçların gerçekleşip gerçekleşmeyeceği de önümüzdeki yıllarda ancak sahada kontrollü ekim yapılarak, üretim süreçleri düzenli takip edilerek ve düzenli tüketici talep anketleri yapılarak oluşturulan modellerle ortaya çıkarılabilir.

Kaynakça

- AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY: Insect Control Benefits. Washington, DC: National Center for Food and Agricultural Policy, <http://www.ncfap.org/reports/biotech/insectcontrolbenefits.pdf>, (Erişim Tarihi: 09.03.2020).
- BENNETT P. M., Livesey C. T., Nathwani D., Reeves D. S., Saunders J. R., and Wise R. (2004). An Assessment of The Risks Associated with the Use of Antibiotic Resistance Genes in Genetically Modified Plants: Report of The Working Party of The British Society for Antimicrobial Chemotherapy, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 53(3): 418–431.
- BESSIN, R. (1996). Bt-Corn: What It is and How It Works, <https://entomology.ca.uky.edu/ef130>, (Erişim Tarihi: 14.06.2021)
- BODE, W., Blode W. M., CALVIN, D. D. (1990). Yield-Loss Relationships and Economic Injury Levels for European Corn Borer Populations (Lepidoptera: Pyralidae) Infesting Pennsylvania Field Corn, *Journal of Economic Entomology*, 83: 1595–1603.
- BROOKES, G. (2010). The Production and Price Impact of Biotech Corn, Canola and Soybean Crops, *AgBioForum*, 13(1): 25-52.
- BROOKES, G., Barfoot, P. (2018). Farm Income and Production Impacts of Using GM Crop Technology 1996–2016, *GM Crops & Food*, 9(2): 59-89.
- BULLOCK, D. and Nitsi, E. I. (1999). GMO Adoption and Private Profitability. *The Economics and Politics of Genetically Modified Organisms in Agriculture*, Bulten 809, University of Illinois: 21-38.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2000). Economic Impacts of Genetically Modified Crops on The Agri-Food Sector, Working Document: 4-39, <http://aei.pitt.edu/34717/1/A17.pdf>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020)
- CHING, L. and Matthews, J. (2001). GM Crops Failed, *The Institute of Science in Society*, GM Crops Failed (iatp.org), (Erişim Tarihi: 15.06.2021).
- ÇELİK V, Turgut Balık, D. (2007). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO), *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 23(1-2): 13–23.
- DEMİRKOL, K. (2010). GDO: Çağdaş Esaret, Kaynak Yayınları.
- FAO (2014). Low Levels of Genetically Modified Crops in International Food and Feed Trade: FAO International Survey and Economic Analysis, FAO web sitesi: <http://www.fao.org/docrep/019/i3734e/i3734e.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.01.2021).

26 ISAAA (2018). Where are Biotech Crops Grown in the World?, s.1-2, <https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020)

- GIANESSI, L. and Carpenter, J. (1999). Agricultural Biotechnology: Insect Control Benefits, <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.178.4423&rep=rep1&type=pdf>, (Erişim Tarihi: 14.06.2021).
- ISAAA (2016). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, Brief 52, <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf>, (Erişim Tarihi: 05.01.2021).
- ISAAA (2017). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, Brief 53, <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/53/download/isaaa-brief-53-2017.pdf> (Erişim Tarihi: 05.01.2021).
- ISAAA (2018). Where Are Biotech Crops Grown in The World?, <https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/>, (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- ISAAA (2018). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, Brief No: 54, ISAAA: New York: 1-2, <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/54/default.asp>, (Erişim Tarihi: 10.06.2021)
- LUSSER M., Raney T., Tillie P., Dillen K., Rodriguez-Cerezo E. (2012). International Workshop on Socio-economic Impacts of Genetically Modified Crops co-organised by JRC-IPTS and FAO. <http://www.fao.org/3/ap016e/ap016e.pdf>, (Erişim Tarihi:10 Ocak 2021).
- MASON, C., Rice, M., Difonzo C., Porter R. P. (1996). European Corn Borer: Ecology and Management, NCR-327, North Central Regional Extension Publication, Iowa State University, July.
- MONSANTO COMPANY (1998). YieldGard Insect-Protected Corn: The Whole Plant, The Whole Season.
- NELSON, G. C. (2001). Genetically Modified Organisms in Agriculture, Economics and Politics, Academic Press, University of Illinois, USA.
- OSTLIE, K. R., Hutchison, W. D., Hellmich, R. L. (1998). Bt Corn And European Corn Borer: Long-Term Success Through Resistance Management, <http://www.extension.umn.edu/Documents/D/C/DC7055.html>. (Erişim Tarihi: 05.01.2020) October 1998 Supplement Available at <https://ent.agri.umn.edu/ecb/nc205doc.htm>., (Erişim Tarihi:12.02.2020).
- RAMAN, R. (2017). The Impact of Genetically Modified (GM) Crops in Modern Agriculture: A review, GM Crops & Food, 8: 195–208.
- TOP 20 GLOBAL SEED COMPANIES in 2017, (2017), <http://news.agropages.com/News/NewsDetail---26905.htm>, (Erişim Tarihi 15.01.2020).

Genetically modified organisms (GMO) are the living organisms whose gene sequences have been modified with the help of gene technology, to gain new characteristics that cannot be obtained throughout their natural processes. Nowadays, the most commercialized genetically modified agricultural products are corn, tomato, cotton, canola and soybeans. This study focuses on the theoretical analysis of yield and production costs in genetically modified corn harvest. While conducting economic analysis, input, crop quality and revenue were taken into account as profitability factors. It is assumed that there is no demand distinction among agricultural products. The probable economic effects of genetically modified seeds have been analyzed from both positive and negative perspectives. In the first part of the study, the basic theoretical background of genetic modification has been presented and the subject of changes in the genetics of the seed, and whether the modification has increased the yield have been investigated. The second part covers the framework of the market for genetically modified (GM) seeds. In the third part, economic models and theoretical analyses are examined based on genetically modified corn. In this section, the economic theoretical model designed by Gerald C. Nelson for GM seed market functioning has been evaluated. While the fourth section includes profitability analysis of genetically modified corn, in the fifth chapter, the commercial dimension of the subject has been discussed.

Thanks to genetically modified seeds (herbicide, insecticide tolerance, drought resistance), it is anticipated that production costs will decrease as fewer pesticides will be used while harvesting a larger amount per unit area. Thus, the aggregate food supply in the market and the income level of the farmers will increase. Increment in food supply will lower food prices and raise the purchasing power of households. In the countries using genetically modified seeds, as the aggregate food supply increases based on an increment of yield, the gross domestic product (GDP) figures will raise. The export figures will exceed the import figures due to the exportation of the proliferated crops. This situation is thought to help to eliminate budget deficits and increase public welfare. Countries that become GM seed producers will be able to get a better position in the world economy with the help of their budget surpluses. However, to evaluate the genetically modified crop market more accurately, some responses need to be clarified; What are the real and potential gains in production efficiency and food quality, and who benefits? What are the potential effects of genetically modified crops on world agricultural trade? What are the effects of restrictions on GM seed production, agriculture and trade? What are the changes in consumers' preferences? What are the effects of genetically modified and unmodified product decomposition? What are the differences of effects of the usage of genetically modified seeds in developed and developing countries? These questions create uncertainty in political and economic institutions in the national and international arena. Under this uncertainty, economic studies have focused on the analysis of potential costs and benefits from the adoption of agricultural biotechnology. Besides, the extent to which the evaluations and models in economic and health-wise reflect the reality, and whether the predicted results will be realized, can only be demonstrated in the coming years with the light of models created based on controlled planting in the field, following the production processes regularly and conducting regular consumer demand surveys.

The emergence of gene technologies has created uncertainty in political and economic institutions in the national and international arena. Under this uncertainty, economic studies have focused on the analysis of potential costs and benefits from the adoption of agricultural technology. These studies consider the changes in consumers' preferences and the structure of national-international regulations. In this framework, GM crops trade is shaped by the enhancing in current or the potential yield, consumers' attitudes towards GM or non-GM crops varieties, additional costs due to the presence of constraints in the market, sharing of increases in welfare, and monopoly rent arising with this technology.