

Tavukların Beslenmesinde GDO Yemler ve Et Sağlığı

Prof. Dr. Necmettin CEYLAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Zootekni Bölümü

Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı

ceylan@agri.ankara.edu.tr

1-Giriş

Genetik olarak değiştirilmiş bitkilerden elde edilen ürünlerin (transgenik veya GDO) yem hammaddesi olarak hayvan beslemede kullanımı ile ilgili olarak yıllardır büyük çoğunluğu bilimsel temelden ve gerçeklerden uzak çok sayıda haber yapılmaktadır. GDO yemler dünya genelinde yaygın olarak kullanılmakta, ülkemizde ve Avrupa Birliği ülkelerinde de kanatlı ve diğer hayvanların beslenmesindeki yaygın uygulamada olarak kabul görmektedir. Nitekim Biyogüvenlik Kanunu ve ilgili yönetmeliklerin 26 Eylül 2010 tarihinde yürürlüğe girmesini takiben, yemlerde kullanılmak üzere başvurusu yapılan 3 adet soya geni 26 Ocak 2011 tarihinde, 13 adet mısır geni de 24 Aralık 2011 tarihinde Biyogüvenlik Kurulu'na onaylanmış ve ülkemizde hayvan yemi olarak kullanılmasına izin verilmiştir. Konu zaman zaman farklı şekillerde ve sıklıkta gündeme geldiğinde önemli yankı bulmakta ve halkımızın ilgisini çekmektedir. Ancak Ülkemizde maalesef GDO'ya bakış büyük çoğunlukla negatif yönde algıya sahiptir. Zira konu her tartışıldığında insan sağlığına ciddi risk oluşturduğu yönündeki çoğunluğu magazin seviyesinden ileri gitmeyecek, temelsiz bilgiler halkımıza ehil olmayan kişiler tarafından aktarılmış ve aktarılmaya devam etmektedir. Biyoteknolojinin günümüzde 4 farklı temel boyutu olmasına rağmen, hepsi birbirine karıştırılmakta ve sağlıklı bir tartışma ve bilgi aktarım ortamı yaratılamamaktadır. Bu makalede şu sıralar gündemimizde olan hayvansal ürünlerdeki durum ve genetiği değiştirilmiş (GD) yemlerin bilhassa tavuklardaki etkileri ve tavuk etinde bulunma durumu yapılmış çok sayıda bilimsel araştırma esas alınarak ele alınacaktır. Konunun tüm bu yönleriyle irdelenmesi bilhassa GD yemleri tüketen kanatlı hayvanlardan elde edilen gıdaların etiketlenmesi yönündeki tartışmalara da ışık tutacaktır. Konunun anlaşılması bakımından teknoloji ve transgenik ürünlerin dünyadaki üretimleri ile ilgili özet bazı bilgilere de makalede yer verilmiştir.

2- Genetik Modifikasyon ve Transgenik Bitki Üretim Amaçları

Çiftleşme ve/veya doğal rekombinasyon yoluyla doğal olarak meydana gelmeyecek bir şekilde, modern biyoteknoloji kullanılarak genetik materyali değiştirilmiş olan, insan haricindeki bir organizmayı ifade etmek üzere genetik modifiye organizmalar (GDO) terimi kullanılmaktadır. Bu yöntemle elde edilen bitkiler transgenik bitkiler olarak da bilinmektedir.

Genetik modifikasyon işlemi tarım alanında genellikle 1-Çeşitli zararlılarla karşı mücadele etmek (1. generasyon GDO'lar) 2-Ürünün herhangi bir özelliğini değiştirmek-iyileştirmek (2. generasyon GDO'lar) amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca daha az yaygın olmak üzere bitkilerin çevre kirliliğini azaltması, kurağa dayanıklılık ve ipek proteini üretimi gibi endüstriyel amaçlar içinde üretilmektedir. Bunlardan 1.si daha yaygın olup toplam üretim içerisinde çok daha fazla alan kaplamaktadır.

1. amaçlı genetik modifikasyonda çoğunlukla herbisitlere ve çeşitli böceklerle karşı dayanıklılık için yapılmaktadır. Ayrıca kurak ve soğuklara dayanıklılık amacıyla gen aktarımı da mevcuttur. Herbisitlere (yabancı ot ilacı) dayanıklılık sağlamak üzere, toprak bakterisi *Agrobacterium sp*, strain CP4'ten gen aktarımı sayesinde üretilen EP4 EPSPS proteini bitkiye Glyphosate ve Glufosinate isimli herbisitlere karşı dayanıklılık kazandırmaktadır (Aeschbacher et al.,2005). Yine buna benzer olarak Cry1 A(b) proteini için *Bacillus thuringiensis* (Bt) den elde edilen genin bir bitkiye aktarılması sonucunda bu bitki ile beslenen ve bitkiye zarar vererek verimde önemli düşüslere neden olan, böcek veya kurt ile mücadele edilmektedir. *Bacillus thuringiensis* (Bt) lepidoptera takımındaki mısır, pirinç, kanola, pamuk ve tütün zararlısı ile coleoptera takımındaki patates zararlılarını öldürmektedir. Bt-mısır, bu toprak bakterisinden aktarılan genle oluşturulmakta ve mısırın önemli bir zararlısı olan mısır koçan kurdunun (*Ostrinia nubilalis*) larvaları mısırı yediğinde, bu genin mısırdaki oluşturduğu protein larvanın sindirim sistemindeki alkali ortamda aktif hale geçerek sindirim sistemi özel bir reseptör

içeren (ki bu reseptörler memeli ve diğer kara hayvanlarında yoktur, lepidoptera cinsindeki böceklerde vardır, yani sentezlenen protein türe özgü seçici bağlanan bir proteindir.) larvanın sindirim sistemini parçalamakta ve kimyasal ilaç kullanmadan ölümüne neden olmaktadır. Benzer şekilde Pat-mısıra ise phosphinothricin acetyl transferase geni aktarılarak Glufosinate isimli herbiside tolerans sağlanmaktadır. Dünya genelinde hakim transgenik bitkiler herbisit ve böcek dayanıklılığı yönünde geliştirilmiş olanlardır.

2. amaçla genetik modifikasyonun uygulaması ise bitkinin mevcut kimyasal kompozisyonunu değiştirmek üzere uygulanmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak mısırın yağ ve lizin amino asiti içeriğinin artırılması, kanola bitkisinde erüsik asit içeriğinin düşürülmesi, oleik asit içeriğinin artırılması ve yine mısırdaki fitat (fitik asite bağlı fosfor) miktarının azaltılması verilebilir (Ceylan ve ark., 2003). Genetik modifikasyonun uygulanması ile hayvan yemi olarak da kullanılan çeşitli bitkilerde ürünlerin protein, amino asit, yağ ve yağ asitleri, mineral, vitamin ve enzim gibi istenilen özellikleri artırılmış, lignin, fitat gibi sindirim derecesini düşüren sekonder maddeler ise azaltılmış olmaktadır.

3- Dünyada Transgenik Bitki Üretimi ve Yem Olarak Kullanımı

Genetik modifikasyon özellikle bitkisel üretimde yoğun olarak kullanılmakta ve bu üretim sonucu elde edilen materyalin önemli bir bölümü de hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Hayvan yemlerinin vazgeçilmez hammadde olan mısır, soya ve pamukta çoğunlukta olmak üzere transgenik ekim oranının 1996 yılından beri ciddi şekilde arttığı görülmektedir (Tablo 1.).

Elde edilen ürünlerin yine üretildiği ülkelerde tüketildiğine dikkat edilmeli ve spesifik olarak herhangi bir ülke grubunun bu ürünlerin tüketimine maruz kalmasının veya bırakılmasının mümkün olmayacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Zira zaman zaman sanki sadece bazı ülkeler (ülkemizde dahil) bu ürünleri tüketmek zorunda bırakılıyormuş gibi bilgileri akla getirecek söylemleri medyada görmek mümkündür.

Tablo 1. Dünya Genelinde Transgenik Ürün Ekiliş Alanı (Milyon Ha.)

	1996	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gelişmiş Ülkeler		56	61	65	70	72	77	80.2
Gelişmekte Olan Ülkeler		34	41	49	55	62	71	79.8
TOPLAM	1.7	90	102	114	125	134	148	160

Kaynak: James, 2012

Ürün bazında bakıldığında bilhassa ülkemizde üretimi (50.000 tonu geçmiyor) ihtiyacımızı karşılamaktan son derece uzak olan soya da 2011 yılı dünya toplam ekiminin % 75'inin transgenik olduğu (toplam ekim alanı 100 milyon ha), mısırdaki bu oranın %32 (toplam ekim alanı 159 milyon ha), pamukta % 82 (toplam ekim alanı 30 milyon ha) ve kanolada %26'ya (toplam ekim alanı 31 milyon ha) ulaştığı görülmektedir (James, 2012).

Ülkemizde üretimi yasak olan bu bitkilerin dünyadaki seyrinden habersiz olmak, kayıtsız kalmak sağlıklı değerlendirme yapmamızı ve hayvansal üretimin geleceğini önemli boyutta etkileyebilir. Zira ülkemiz bilhassa soya üretiminde yetersiz olduğu için kanatlı hayvanlar, ruminantlar ve balıklar için ihtiyaç duyulan soyayı yem olarak yurt dışından ithal etmek zorundadır (2011 yılında 1.839.399 ton). Dünyada ekim alanının % 75'i ticarete sunulan soyanın %95'den fazlası GD olduğu için ülkemizin başka türlü sunma ve kullanma şansı yok gibidir. Mısır ve soya hayvan besleme açısından mevcut yemler içerisinde en değerli iki yem hammadde olarak dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa Birliği Ülkelerinin toplam GD soya ithalatı 27 milyon ton civarındadır. 7 milyon ton kadar da mısır ve ürünleri ithal etmektedirler. Özetle ifade etmek gerekirse tüm dünyada, Avrupa Birliğinde ve ülkemizde GD mısır ve soya 1996 yılından beri giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Mesele keyfe keder bir kullanım değildir elbette. Bir zorunluluk gibi de algılanmamalıdır. Yani zararlı olan bir şeyin zorunluluktan doğan kullanımı değildir. Öyle bir zarar söz konusu olsa zaten ne Amerika Birleşik Devletleri, ne Avrupa Birliği ülkeleri ne de diğer ülkeler

asla böyle bir riski göze almazlar. Zira kullanılan ürünler onaylanmış ve pek çok testten geçmiş ve geçmektedir. Bahsedilen ülkelerde insan sağlığı ve hayvan haklarının ülkemizdekinden çok daha önemsendiği ve uygulandığı zaten hepimizin malumudur. Bir diğer dikkate alınması gereken nokta konunun bilimsel temeli ve bu konuda süregelen çok sayıdaki araştırmalardır. GDO yem tüketen hayvanların sağlık, verim, üreme ve yaşamsal faaliyetlerinde herhangi bir problem oluşmadığı, günümüze değin değişik hayvan türlerinde yapılan 280 civarında araştırma ile pek çok yönüyle ortaya konulmuştur.

4- GDO Yemlerin Kanatlı Beslemede Kullanımı ve Et Sağlığına Etkileri

Konu tavuk ve eti açısından tüm yönleri açıklanacak şekilde 3 ana başlık altında değerlendirilmiştir.

- Geleneksel yetiştirilene göre besin eşdeğerliliği
- Etlik piliçlerde büyüme, gelişme ve sağlık üzerine etkileri
- GM yemlerin tavuk etinde kalıntı durumu ve gıda güvenliği

4.1-Geleneksel yetiştirilene göre GD yemlerin besin eşdeğerliliği

Genetik olarak değiştirilmiş yem kaynaklarının geleneksel yetiştirme yöntemiyle yetiştirilen benzerleri ile aralarında yem eşdeğerliliği ve hayvan performansı yönünden farklılık olup olmadığı fazla tartışılmamakla birlikte durumun bilinmesi gerekir. Transgenik bitkilerden alınan bitki dokuları rutin olarak, amino asitler, lipitler, yağ asitleri, ham protein, vitaminler, mineraller, yapısal olmayan karbonhidratlar ve muhtemel anti besinsel faktörlerle o bitkiye has diğer özellikler açısından analiz edilmektedir. Elde edilen bulgular aynı çeşit ve geleneksel olarak yetiştirilmiş bitkiyle karşılaştırılmaktadır. Padgett et al. (1996), Tylor et al. (1999) ve Stein (2000) bu çalışmalar sonucunda transgenik ürünlerle transgenik olmayan ürünler arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık tespit edilmediğini bildirmişlerdir.

Bu araştırmalara bir örnek tablo 2 'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü üzere her iki tip mısırın amino asitler, selüloz, yağ, kül ve protein içeriği bakımından birbirinden farklılık göstermedikleri ortadadır. Bu tip GD yemlerde gen aktarımı sadece zararlılara dayanım sağlamak amacı ile yapıldığından ürünün yem değerinde yani besin maddesi kompozisyonunda herhangi önemli bir değişiklik olması beklenmemektedir ve bu konu ile yapılan çok sayıda araştırmada da bu yönde bulgular elde edilmektedir. Bu makalede bu araştırmalardan kısa özetlere ancak yer verilebilmiştir.

Tablo 2. Normal Mısır ve Bt Mısırın Besin Eşdeğerliliği Yönünden Karşılaştırılması, Aeschbacher ve ark., (2005)

Kuru madde de (g/kg KM)	Normal Mısır	Bt Mısır
Ham kül	13.9	13.6
Ham protein	89.7	88.2
ADF	40.4	32.9
NDF	140.7	135.9
Yağ	35.7	35.2
Brüt Enerji (MJ/kg)	16.78	16.69
Amino Asitler (g/kg/KM)		
Lisin	2.4	2.5
Metionin	2.4	2.4
Sistin	2.3	2.15
Triptofan	0.66	0.64
Alanin	7.8	7.9
Arjinin	3.9	3.95
Aspartik asit	6.5	6.50
Glutamik asit	21	20.20
Glisin	3.3	3.3
Histidin	2.7	2.8
İzolösin	3.4	3.2
Lösin	13.7	13.8
Fenilalanin	5.1	5.1

Prolin	9.5	9
Serin	4.9	4.9
Treonin	3.7	3.65
Tyrosin	4.1	4.1
Valin	4.9	4.9
Mikotoksin Analiz sonucu		
Dezoksinivalenol, µg/g	<200	<200
Zearalenon µg/g	<50	<50

Kaynaklar

Makalede yer alan kaynaklar istendiğinde yazarından temin edilebilir.

4.2- GD Yemlerin Etlik Piliçlerde Büyüme, Gelişme ve Sağlık Üzerine Etkileri

Et tavuklarının yemlerinde GD soya kullanımının etkilerini incelemek için kan ve ark., (2001) tarafından yapılan bir denemede transgenik ve transgenik olmayan kabuğu soyulmuş soyadan elde edilen küspenin etlik piliçlerde performans ve karkas kompozisyonu üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırma 1200 adet Ross 508 civciv ile yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar tablo 3’de verilmiştir.

Araştırmacılar küçük rakamsal farklılıklar dışında performans, karkas verimi ve et kompozisyonu bakımından soya çeşitleri arasında önemli bir farklılık olmadığını dolayısıyla insekt dayanıklılığı yönünden Cry 1 Ac proteini içeren soyadan elde edilen küspenin normal yetiştirme yöntemi ile elde edilen soyadan üretilen küspeden bir farklılığı olmadığını bildirmişlerdir.

Flachowsky et al., (2005) ve Alexander et al., (2007) onaylanmış GM yemlerle çeşitli hayvan türlerinde yapılan bilimsel çalışmalarda olumsuz bir bulgunun ortaya konulmadığını belirtmektedir. Scheideler ve arkadaşları (2008) tarafından yumurta tavuklarında 2 farklı araştırma yürütülmüştür. Mon 863 mısır ve normal mısırla 8 hafta sürdürülen 1. araştırmada tavukların yem tüketimi, yumurta verimi ve canlı ağırlıklarının birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir. Mon 863’te bulunan Cry3Bb1 proteinine dışkı örneklerinde rastlanırken, yumurta, karaciğer ve pektoralis dokularda rastlanılmadığı bildirilmiştir. 2008 yılında yine yumurta tavuklarında DAS-59122-7 mısır yedirilerek yapılan araştırma bulguları yumurta ağırlığı, verimi ve kalitesinin normal mısır yedirilenlerden farklı olmadığını göstermiştir (Jacobs et al., 2008). McNaughton ve arkadaşlarının (2007) etlik piliçlerde Event DP-356Ø43 soya kullanarak ve Aeschbacher ve arkadaşlarının (2005) yumurta tavuğu ve etlik piliçlerde Bt mısır kullanarak yaptıkları çalışmalarda da piliçlerin sağlığı, gelişmesi ve veriminin normal olduğu bulunmuştur. Uluslararası kabul gören saygın dergilerde konu ile ilgili son 15 yılda önemli sayıda bilimsel veri birikimi sağlanmıştır. Bu araştırmalardan önemli bir bölümü Tablo 4’da özetlenmiştir. Değişik hayvan türleri ile ilgili yapılan çalışmaların tamamında hayvanların verimi, gelişmesi, sağlığı ve üremelerinin kontrol grubuna benzer olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Transgenik ve Normal Soya Çeşitlerinden Elde Edilen Soya Küspelerinin Etlik Piliçlerdeki Etkileri (Kan ve ark., 2001)

Kriterler	Transgenik Soya Küspesi	Normal Soya Küspesi	Önemlilik
Performans			
Başlangıç Canlı Ağırlığı, g	43.2	43.6	Ö.D
41.gün Canlı Ağırlığı, g	2435	2439	Ö.D
Yem Tüketimi (0-41 gün), g	3731	3759	Ö.D
Yem Değerlendirme Sayısı	1.57	1.57	Ö.D
Karkas Verimi			
Kesim Ağırlığı, g	2329	2356	Ö.D
Karkas Randımanı, %	86.5	86.5	Ö.D
Göğüs Eti Oranı, %	20	19.7	Ö.D
But Eti Oranı, %	23.5	23.4	Ö.D
Göğüs Eti Kompozisyonu			

Kuru Madde, g / Kg	267	268	Ö.D
Protein, g / Kg Taze Et	236	237	Ö.D
Yağ, g / Kg Taze Et	5.9	6.2	Ö.D

Ö.D: Önemli Değil

Bu konudaki araştırmaların sayısı 280'i aşmıştır ve elde edilen veriler burada özetlenenlerden farklı değildir. Burada anlatılanların ve verilen bilgilerin yanı sıra GD yemlerin etkilerine dair somut başka bir olguda son 15 yılda tüm dünyada giderek artan ekimin ürettiği ürünün milyarlarca hayvan tarafından tüketiliyor olmasıdır. Oysa son 15 yılda ne dünyada ne ülkemizde hayvanların verimliliğinde, yaşama gücünde, büyüme performanslarında bir gerileme olmamış bilakis daha ilerleme ve iyileşme olmuştur. Örneğin et tipi piliçlerde 1995'li yıllarda 6 haftalık büyüme periyodunda 1,9 kg civarında yem ile 1 kg canlı ağırlık büyümesi sağlanabilirken, günümüzde etlik piliçler 1,60-1,65 kg yem yiyerek 1 kg canlı ağırlık büyümesi yapabilmektedirler.

Özetlenen araştırma bulgularından da ortaya çıktığı üzere GM yemlerin kanatlı beslemede kullanılmasının hayvan verimi, gelişme özellikleri ve vücut bileşimi üzerine normal yemlerden farklı herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla kanatlı rasyonlarında GM yem maddelerinin kullanılmasında bu bakımdan bir endişe duyulmamalıdır.

Tablo 4. Çeşitli Hayvan Türlerinde Yapılan Çok Sayıdaki Araştırma Sonuçlarının Özet Değerlendirmesi (Flachowsky, 2007)

Hayvan Türü	Araştırma Sayısı	Çalışma Sonuçları Özeti
Ruminant		Besinsel özelliklerinde bir farklılık tespit edilmedi (Bt bitkilerdeki daha düşük mikotoksin konsantrasyonu hariç)
Süt İnekleri	23	
Besi Sığırları	14	
Diğer	10	
Domuz	21	Sindirilebilirlik sonuçları benzer bulundu.
Kanatlı Hayvanlar		Hayvanların veriminde olduğu kadar sağlığında da herhangi bir olumsuzluğa rastlanmadı
Yumurta Tavuğu	3	
Etlik Piliç (Broyler)	28	
Diğer Hayvan Türleri (Balık, Tavşan ve diğer türler)	8	Ayrıca bu hayvanlardan elde edilen ürünlerin kompozisyonu da kontrol rasyonu ile beslenenlerden farklı bulunmadı
Toplam	107	

4.3- GM Yemlerin Tavuk Etinde Kalıntı Durumu ve Gıda Güvenliği

Tüm dünyada GM bitkilerin ve bu bitkilerden direkt ya da endirekt elde edilen ürünlerin güvenliği ile ilgili endişeler gündeme gelmektedir. Özellikle transgenik protein ve DNA'ların sonu ve kaderi ile ilgili endişeler duyulmaktadır. Bu konuda karşılaşılan önemli endişe ve sorular aşağıdaki gibidir.

- GM bitkilerle beslenen hayvanlardan elde edilen süt, et ve yumurtada transgenik protein ve DNA birikimi olmakta mıdır, yani bu ürünlere geçiş söz konusu mudur?
- GM bitkileri tüketen hayvanlardan elde edilen gıdaları tüketen insanların sağlığı olumsuz etkilenecek midir? Etkilenmekte midir?

DNA tüketimi ile ilgili olarak hem Dünya Sağlık Örgütü (1993) hem de Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) GM ürünlerden DNA tüketimi de dahil, DNA tüketiminin bir risk oluşturmadığı sonucuna varmışlardır (Phips ve Beaver, 2000). Onların bu kararı vermedeki temel dayanakları, memelilerin sürekli olarak zaten bitki, hayvan, bakteri, parazit ve virüsleri de içeren pek çok kaynaktan önemli miktarda DNA tüketiyor olmalarıdır. Bu durum aynı zamanda Amerika, Japonya, Kanada veya Avrupa Birliğinde düzenleyici kuruluşlarca bir güvenlik noktası olarak dikkate alınmaktadır.

Besleme çalışmaları DNA'nın genellikle ince bağırsaktan önce enzimatik olarak parçalandığını göstermektedir. Buradan hareketle, DNA'nın sindirim sisteminde hiç parçalanmadığı farz edilse bile toplam olarak tüketilen GM olmayan bitkilerden alınan miktar ile karşılaştırıldığında maruz kalınan rekombinant DNA miktarının ihmal edilebilecek kadar az olduğu görülmektedir.

Gıda güvenliği açısından DNA'yı anlamak bakımından onun parçalanma prosesinin ne yolla ve hangi aşamalarda gerçekleştiğinin anlaşılması gerekmektedir. Bu prosesin anlaşılması gıda güvenliği ile ilgili soruların net anlaşılması için oldukça önemlidir. Aşağıda DNA parçalanmasına etkili fiziksel ve kimyasal faktörlerin yanında, hayvansal organizmada meydana gelen sindirim işlemi de ele alınmıştır.

4.3.1. DNA Parçalanması Üzerine Tavuk Yemi Üretiminde Kullanılan Yem İşleme Teknolojisi ve Uygulamalarının Etkisi

DNA'nın kırılmasının (parçalanmasının) gıda ve yemin çeşitli şekillerde işlenmesi esnasında başladığının unutulmaması gerekir. Forbes ve ark. (1998) öğütme ve yem üretiminin DNA'nın parçalanma miktarı üzerine küçük bir etkiye sahip olmasına karşın, mekanik usulle veya yağlı tohumların yağının alınması esnasında (küspe elde edilmesi esnasında) uygulanan kimyasallar veya ekstraksiyon işleminin önemli bir şekilde DNA parçalanmasına yol açtığını bildirmişlerdir. 90 °C civarında kuru sıcaklık uygulamasının bir etkisi olmazken 95 °C'de 5 dakika sığağa maruz bırakmanın bitkisel DNA'nın parçalanmasında oldukça önemli olduğunu bildirilmektedir. Eşit olarak, düşükten orta düzeye kadar basınç altında sıcak buhar uygulaması da önemli düzeyde DNA parçalanmasına yol açmaktadır. Berger et al. (2003) tarafından kanola küspesi elde edilmesi aşamasında uygulanan farklı fiziksel işlemlerin (Tablo 5) DNA parçalanması üzerine etkilerinin incelendiği detaylı bir araştırma yukarıda anlatılanları net bir şekilde gözler önüne sermektedir.

Tablo 5. Kanola Tohumundan Farklı Metotlarla Yağ Alınmasının DNA Yapısına Etkisi (Berger ve ark., 2003)

Muameleler			
1	2	3	4
Kırma	Kırma	Kırma	Kırma
-	-	96 °C'de 20 dk Isıtma	103-111 °C'de 30 dk ısıtma
Presleme (65 °C)	Presleme	Presleme (95 °C)	Presleme (95 °C)
-	Ekstraksiyon	Ekstraksiyon	Ekstraksiyon
-	Solvent Uzaklaştırma Kavurma (105 °C)	Solvent Uzaklaştırma Kavurma (105 °C)	Solvent Uzaklaştırma Kavurma (105 °C)

Tablo 6'da görüldüğü üzere küspe elde edilmesinde rutin olarak kullanılan 2, 3 ve 4 nolu yöntemlerle DNA parçalanması gerçekleşmektedir. 21.000 bp'nin bütün DNA olarak kabul edildiği araştırmada 3 nolu yöntemin uygulanması durumunda 194 bp büyüklüğündeki DNA fragmentlerine bile rastlanmadığı, yani uygulanan basınç ve kavurma işlemlerinin kanoladaki transgenik DNA'yı parçaladığı görülmektedir.

Tablo 6. Farklı Sıcaklıklarda İşlenmiş Normal ve Transgenik Kanola Küspesinde DNA ve Parçacıklarının Parçalanma Durumu (Berger ve ark., 2003)

DNA- Parçacıkları (bp)	Çeşit	Muameleler			
		1	2	3	4
		Kanola Kek	Kavrulmuş Kanola Küspesi	Kavrulmuş Kanola Küspesi	Kavrulmuş Kanola Küspesi
21,000 bp (Bozulmamış DNA)	i t	+ +	- -	- -	- -
248 bp	i	+	+	+	-
970 bp	i	+	-	-	-
194 bp	t	+	+	-	+
680 bp	t	+	-	-	-
1003 bp	t	+	-	-	-

i: izogenik kanola, t: transgenik kanola

4.3.2. Sindirim Sisteminde DNA Parçalanması ve Hayvansal Dokulara Rekombinant DNA Geçişi

Besleme çalışmaları DNA'nın genellikle ince bağırsaktan önce enzimatik olarak parçalandığını göstermektedir. Ayrıca DNA'nın sindirim sisteminde hiç parçalanmadığı farz edilse bile toplam olarak tüketilen GM olmayan bitkilerden alınan miktar ile karşılaştırıldığında maruz kalınan rekombinant DNA miktarının ihmal edilebilecek kadar az olduğu görülmektedir. İnsanların günlük DNA tüketimi 0.1-1 g DNA civarındadır. GM gıda tüketilmesi durumunda tüketilen yabancı DNA bu miktarın 1/100 000- 1/1000 000 kadardır. Örneğin transgenik mısırdan rekombinant DNA oranı % 0,0001'dir (Lemaux and Frey, 2002) ve bir tavuk gramında 1.496 µg DNA içeren mısırdan 1 g yediğinde 0,00033 µg rekombinant DNA tüketmiş olacaktır.

Yemlere uygulanan fiziksel işlemlerin ötesinde, hayvan tarafından tüketilen DNA, çiğneme ve sindirim sistemi boyunca devam eden enzimatik sindirim ve asit hidrolizi ile hızlı bir şekilde küçük parçalara ayrılmaktadır. DNA hidrolizinde görev alan enzimler DNase I'i yüksek bir konsantrasyonda içermektedir ki bu enzim çifte iplikli, sarmallı DNA'yı parçalayan bir endonükleazdır ve pankreas, karaciğer ile ince bağırsağın paneth hücreleri kadar, salya bezleri tarafından da salgılanmakta ve üretilmektedir. Cry3Bb1'de içeren Cry3 proteinleri mide salgılarına karşı stabil değildir ve pepsin etkisiyle kolayca parçalanmaktadır. Bununla birlikte tripsin ve kimotripsin gibi enzimlere maruz kaldıklarında kısmen tripsine dayanıklı çekirdek olarak da adlandırılan daha küçük ve stabil bir forma parçalandıkları bildirilmektedir (FSANZ, 2005).

Beever ve Kemp (2000) bağırsak içeriğinde yer alan mikrobiyal ve bitkisel kaynaklı DNA fragmentlerinin (parçacıklarının) küçük bir kısmının potansiyel olarak ince bağırsak mukozasından epitel hücreler veya bağışıklık sisteminin antijen üreten hücreleri tarafından absorbe edilebileceğine dikkat çekmişlerdir. Eğer ince bağırsak çeperi zarar görmüşse, yaralanmışsa DNA ve diğer büyük moleküller de lamina propria'ya geçebilecektir. Bununla birlikte bu DNA'ların büyük bir kısmının doku makrofajları, dentritik hücreler veya bağışıklık sisteminin farklılaşmış diğer hücreleri tarafından fagositoz işlemine tabi tutulacağı bilinmektedir.

Aeschbacher ve arkadaşları (2005) tarafından etlik piliç ve yumurta tavuklarında yakın zamanda yürütülen bir araştırmanın sonuçları da yukarıda anlatılan bilgileri desteklemektedir. Araştırmacılar % 60 mısır ve % 30 soya ağırlıklı olarak hazırladıkları GM ve GM olmayan yemleri etlik piliç ve yumurta tavuklarına vermişler ve tavukların büyüme, gelişme ve verimlerinde herhangi bir farklılık bulmamışlardır. Araştırmada rekombinant DNA ve normal DNA'nın izlediği yol ve kalıntı durumu hakkında bilgi sahibi olunması amacıyla yemden başlayarak sindirim sistemi ve tüm dokularda DNA analizi yapılmıştır. Araştırmacılar bitki kloroplast DNA'sının yemlerde, kursak, taşlık, incebağırsak, karaciğer, dalak ve kanda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Transgenik yem kökenli Bt176-specific (479 bp)' ya ise sadece Bt mısırın kendisinde, onunla yapılan karma yemde ve kursakta rastlanıldığını, kursağı takiben rDNA kalıntısının ne bağırsaklarda ne de kan ve diğer organlarda kalmadığını tespit etmişlerdir. **Araştırmada rekombinant DNA'nın tavuk sindirim sisteminde etkili bir şekilde yıkıldığı ve parçalandığı sonucuna varılmıştır.**

Scheideler et al.,(2008) tarafından yumurta tavuklarında yürütülen 2. çalışma 12 hafta sürmüş ve Cry3Bb1 proteininin incebağırsak boyunca sindirimi izlenmiştir. Cry3Bb1 proteininin incebağırsakta % 98-99 oranında sindiriminin (parçalanmasının) gerçekleştiği, kanda ve göğüs etinde bu proteine rastlanmadığı tespit edilmiştir. Araştırma ile ilgili bazı özet sonuçlar tablo 7' de verilmiştir

Tablo 7. GDO Mısır (Mon 863) İle Beslenen Yumurta Tavuklarında Karaciğer, Göğüs Eti ve Dışkıda Cry3Bb1 Proteinin Varlığı (pozitif sonuçların rakamsal ifadesi şeklinde), Scheideler et al., (2008).

Diyet	Dışkı (n=12)			Karaciğer (n=12)			Göğüs Eti (n=12)		
	0	4.hafta	8.hafta	0	4.hafta	8.hafta	0	4.hafta	8.hafta
Kontrol	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Test	0	12	12	0	0	0	0	0	0

Hayvansal ürünlerde transgenik yem kökenli DNA ve protein parçacıklarının güvenliği ve hayvansal ürünlerde kalıntı durumu ile ilgili yapılan pek çok çalışmada da hep aynı yönde bulgular elde edilmiştir. (Klotz and Einspanier, 1998; Khumnirdpetch et al., 2001; Phipps et al., 2002; Jennings et al., 2003).

Günümüze değin yapılan ve ciddi dergilerde yayınlanan çalışmalar da fare ve ratlarda da üreme verimi ve üreme organlarının gelişimi üzerine negatif bir etkinin olmadığını göstermektedir. (Brake and Evenson 2004; Brake et al. 2004; Rhee et al. 2005; Kilic and Akay, 2008), Escherichia coli'den üretilen Cry3Bb1 protein farelere 300, 900 ve 2700 mg/kg canlı ağırlık dozunda 14 gün süreyle verildiğinde herhangi bir ölüm meydana gelmediği, önemli bir klinik semptom oluşmadığı, canlı ağırlıkta bir değişiklik olmadığı ve iç organlarda belirgin bir değişiklik oluşmadığı bildirilmiştir (FSANZ, 2005). Ratlarla yapılan bir başka çalışmada mide-bağırsak hasarı oluşturulmuş ratlara saflaştırılmış B.thuringiensis var. Kurustaki HD-1'den elde edilen Bt protein Cry1Ab ağızdan verildiğinde herhangi olumsuz bir reaksiyona rastlanılmamıştır (Onose et al., 2008).

Yapılan haberlerde çiftlik hayvanlarında yapılan çalışmaların kısa dönem olduğu, dolayısı ile generasyonlar boyu yavrularda ve sonraki nesiller ile ilgili endişelerin giderilemeyeceğine dair söylemler de gerçek dışıdır. Zira konu hem deney hayvanı olarak ratlarda hem de buna uygun çiftlik hayvanı olarak bildircinlarla ve yumurta tavuklarında uzun süreleri ve nesilleri de içerecek şekilde çalışılmaktadır. Bildircinlarda 10 generasyon(nesil) sürdürülerek gerçekleştirilen bir araştırmada hayvan sağlığı verimi, yem tüketimi, yumurta verimi veya yumurtadan çıkış gücü üzerine de bir olumsuzluk bildirilmemektedir. Yumurta ve etin kalitesi ve bu ürünlere DNA-transferi olmadığı da tespit edilmiştir (Flachowsky et al. 2005). Yine Yıldırım (2009) tarafından bildircinlarla 2 generasyon boyunca yapılan doktora araştırmasında hayvanların büyüme ve üreme özellikleri birbirine benzer bulunurken, büyütme dönemleri sonunda elde edilen karaciğer, but kası, duedonum, jejenum ve ileum örneklerinde transgenik mısıra özgü gen dizilerine rastlanılmadığı tespit edilmiştir.

EFSA tarafından hazırlanan ve 20 Temmuz 2007 tarihli **“GM yemlerle beslenen hayvanların eti, sütü ve yumurtalarında rekombinant DNA veya proteinlerin akıbeti”** konulu raporda bu yemlerin güvenilirliği bir kez daha vurgulanmaktadır. Raporun sonuç kısmında özet olarak; a-Biyolojik olarak aktif olan genler ve proteinler, gıda ve yemlerde çeşitli miktarlarda bulunurlar. Hayvanların ve insanların sindirim sisteminde, bu gıda ve yemlerin yenmesi sonrasında, kısa DNA veya peptid parçacıklarına doğru hızlı bir bozulma gözlenmiştir. b-Bugüne kadar, canlı hayvanlar üzerinde yapılan birçok sayıdaki deneysel çalışmalar göstermektedir ki: **“broylar, inek, domuz veya bildircin gibi çiftlik hayvanlarının dokularında, sıvılarında veya yenilebilir ürünlerinde GM'li bitkilerden alınan rekombinant DNA parçacıkları veya proteinlere rastlanmamıştır”** denilmektedir (Anonim 2007).

Makalemizde buraya kadar anlatılanlara benzer olarak son derece kapsamlı ve geniş bir makale Snell ve ark., (2012) tarafından uluslar arası saygınlığı son derece yüksek bir dergide yakın tarihte yayımlanmıştır. Makalede özetle mısır, soya, pirinç, patates içeren yemlerle 12 uzun dönem (9 ay ile 2 yıl arası) ve 12 adet nesiller boyunca (2-5 generasyon) sürdürülen toplam 24 araştırma sonuçlarının bilimsel bakış açısıyla biyokimyasal analizler, histoloji, hematoloji ve transgenik DNA'nın dokulardaki varlığı yönünden değerlendirildiği belirtilmekte ve bu 24 araştırmanın hiç birinin genelde sağlık zararı bildirmediğini ve incelenen parametreler bakımından gelenekselle GDO arasında istatistiki bir farklılık tespit etmediğini vurgulamaktadırlar. Makalede incelenen araştırmalarda gözlenen bazı küçük farklılıkların normal varyasyon sınırları içinde kaldığı ve bu değişimlerin biyolojik yâda toksikolojik bir önemlilik arz etmeyeceği belirtilmektedir. Sonuç olarak da incelenen araştırmaların sonucuna dayanılarak GM bitkilerin besinsel olarak geleneksel yetiştirilenlerle eşit olduğu ve yem ve gıda olarak güvenli oldukları sonucuna varıldığı vurgulanmaktadır.

Buraya kadar detaylı bir şekilde anlatıldığı üzere, günümüze değin konu ile ilgili yapılmış çalışmaların tümünde rekombinant DNA veya parçacıklarının bunları tüketen tavukların eti ve yumurtası gibi ürünlerine geçmediği net bir şekilde gösterilmiştir. Dolayısı ile gerek EFSA gibi kurumların rapor ve söylemleri ve gerekse bugüne dek saygın hakemli dergilerde ortaya konulmuş bilimsel araştırma sonuçları dikkate alındığında, GDO yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen gıdaların insanlar açısıdan herhangi bir sağlık riski oluşturmasının muhtemel olmadığı sonucunu vurgulamak gerekmektedir.

5-Avrupa Birliğinde GDO Yemlere Dair Yasalar

Avrupa Birliği GDO ürünlerin kullanımında sıkı bir denetim uygulamaktadır. Avrupa Birliğinde konu ile 7 temel düzenleme bulunmaktadır. Bunlardan 1.si Directive 90/219/EEC (98/81/EC ile tadil

edilmiştir) olup GDO'ların kullanımını içerir. Avrupa Birliği'nin genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların çevreye salımı konusunda 23 Nisan 1990 tarih ve 90/220/EEC kodlu direktifinde ise GMO'ların ticaretinde ve doğaya salınımındaki kurallar belirlenmiştir. Direktife göre, GMO'ların bilinçli çevreye salımı ve sınırı aşan hareketi risk değerlendirme ve ön bildirim şartlarına bağlanmıştır. 90/220/EEC nin yerine geçen Directive 2001/18/EC ile alan denemeleri, çevresel ve pazara salınım, GDO'ların ithalat/işleme uygulanabilirliği, hayvan yemi uygulamaları düzenlenmektedir. 4. geçerli yasa Novel Food Regulation (EC) 258/97 olup GDO'lar dahil yeni gıdaların pazara salınımı ile ilgili düzenlemeleri içermektedir. Regulation (EC) 1829/2003 nolu yasal düzenleme GDO Gıda ve Yem Güvenliğinin Değerlendirilmesi hakkındadır. GDO'ların etiketlenmesi ve izlenebilirliği Regulation (EC)1830/2003 ile yönlendirilmektedir. GDO'ların sınır aşırı hareketleri ise Regulation (EC) 1946/2003 nolu kanunla açıklanmaktadır. **Regulation (EC)1830/2003' e göre; GDO içerikli maddelerden türetilmiş tüm yem ve gıdalar, son üründe GDO olup olmadığına bakılmaksızın etiketlenmek zorundadır. Genetik modifiye teknolojisi kullanımıyla imal edilerek üretilmiş ürünler için etiketlemeye ihtiyaç yoktur. GDO'lu yem ile beslenen hayvanlardan elde edilen et, süt, yumurta vb. ürünler etiketlenmek zorunda değildir.**

6. Sonuç

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) GDO ürünlerden DNA tüketimi de dahil, DNA tüketiminin bir risk oluşturmadığı sonucuna varmışlardır (Phips ve Beever, 2000). Memeliler sürekli olarak bitki, hayvan, bakteri, parazit ve virüsleri de içeren pek çok kaynaktan önemli miktarda DNA tüketmektedirler.

Özet olarak ifade etmek gerekirse; GDO yemlerin hayvan beslenmesinde kullanımının hayvan verimi, gelişmesi ve sağlığını her hangi bir şekilde olumsuz yönde etkilemediği günümüze değin çeşitli hayvan türleri üzerinde yapılan 280'in üzerindeki bilimsel araştırma ile ortaya konulmuştur. Dünyada hiçbir gıda maddesi ile ilgili bu denli yoğun bilimsel araştırma yapılmadığı da dikkate alınmalıdır. GDO yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlere, bugüne kadar yapılmış hiçbir çalışmada rekombinant DNA ve parçacıklarının geçişinin olmadığı da bir diğer önemli sonuçtur. Avrupa Birliği mevcut yasal düzenlemeleri doğrultusunda bu ürünlerden pek çoğunu onaylamış ve hayvan yemi olarak kullanımına ve ithalatına izin vermiştir. Bu hususun gözden kaçırılmaması ülkemize yapılan GM yem ithalatı, kullanımı ve riskleri ile ilgili değerlendirme yapabilmek açısından son derece önemlidir. Yukarıda net bir şekilde belirtildiği ve Avrupa Birliği Kanunlarında farklı yönde bir uygulama olmadığı göz önünde bulundurulduğunda tavuk eti ve diğer ürünlerin etiketlenmesine gerek yoktur. Sonuç olarak ülkemizde mevcut biyogüvenlik kanununa uygun olarak ithalatı yapıp, yem olarak kullanılan soya, mısır gibi GM maddeleri tavukların tüketmelerinde herhangi bir sakınca bulunmadığı gibi, bu tavuklardan üretilen piliç eti de insan sağlığı açısından herhangi bir risk ve tehlike oluşturma potansiyeline sahip değildir.

Kaynaklar

Makalede yer alan 29 adet kaynak istendiğinde yazarından temin edilebilir.