

## Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Toprak Ekosistemine Etkileri

Handan AYDIN

İstanbul Üniversitesi  
Veteriner Fakültesi,  
Farmakoloji Anabilim Dalı  
İstanbul, TÜRKİYE

Son yıllarda tarımsal üretimi artırmak ve tarım ürünlerinde yüksek kaliteyi sağlamak amacıyla pestisitlere alternatif savaşım yöntemleri önem kazanmıştır. Moleküler biyoloji ve genetik mühendisliği alanlarındaki hızlı ilerlemeler sonucunda araştırmalar, böceklerle dirençli transgenik bitkiler üzerine yoğunlaştırılmıştır. Üretimi artırmaya yönelik olarak *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisinden elde edilen insektisit özellikli Cry proteinlerinin kullanımı bir örnektir. Bu çalışmada genetik modifiye ürünlerin toprak ekosistemleri üzerine etkileri hakkında bilgi verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Genetiği değiştirilmiş, ekosistem, toprak, *Bacillus thuringiensis* (Bt).

### Effects of Genetically Modified Crops on the Soil Ecosystem

Recently, the control methods that are alternatives to pesticides to increase the agricultural production and to provide high quality of agriculture products have gained importance. With the rapid advances of molecular biology and genetic engineering, researches have been concentrated on transgenic plants, resistant to the insects. The use of insecticidal Cry proteins from the *Bacillus thuringiensis* (Bt), to raise the crop production is an example. In this study, the information about the effects of genetically modified crops on the soil ecosystems is given.

**Key Words:** Genetically modified, ecosystem, soil, *Bacillus thuringiensis* (Bt).

### Giriş

Biyoteknoloji alanındaki son gelişmeler, ürün kalitesini artırmaya yönelik olmaları yanında özellikle bitki genetiği alanında da dikkate değer birçok uygulamayı da beraberinde getirmiştir. Özellikle son 10 yılda önemli gelişmeler gösteren genetiği değiştirilmiş (GD) ürünler de bu uygulamanın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. GD ürünler, farklı bitki türlerinden aktarılan gen veya gen gruplarına sahiptir. Bu sayede bitkilerin;

- yaşam koşullarının iyileştirilmesi (hastalıklara, pestlere ve abiyolojik strese karşı direnç)
- besinsel değerinde artış sağlanması amaçlanmaktadır.

Ticari olarak 1996 yılında satışa sunulan GD ürün üretimi için kullanılan birim arazi, 1996-2006 yılları arasında 1.7 milyon hektardan 102 milyon hektara ulaşarak yaklaşık 60 kat arttığı, buna göre GD ürün üretiminin dünyada her yıl en az % 10 oranında artış gösterdiği bildirilmektedir (1).

Günümüzde GD ürün üreticisi ülkeler arasında başta ABD (%59) olmak üzere Arjantin, Brezilya, Kanada, Hindistan ve Çin gibi üretimi halen sürdürmekte olan 22 ülke bulunmaktadır(2).

GD ürün üretimi, özellikle soya, mısır, pamuk ve kanola üzerinde yoğunlaştırılmıştır. Bitkilerin yanı sıra hayvanların transgenik yemle beslenmesi ile et ve süt veriminde artış, ayrıca hayvanlara transgenik rumen bakterilerinin verilmesi ile hastalıklara direnç kazandırma amaçlı uygulamalar "transgenik hayvan" yetiştirilmesi yoluyla gündeme gelmiştir (3).

Yapılan bu çalışmalar sayesinde GD ürünlerin; parazit rezistansı, ürün kaybında azalma ve hastalıklara direnç kazanma, ayrıca hormon ve diğer ilaçların üretiminin sağlanmasında aracı yöntem olması gibi avantajlarının olduğu söylenebilir.

### Gd Ürünlerin Toprak Ekosisteminde Doğurabileceği Riskler

Günümüzde GD bitkiler, avantajlarının yanı sıra dezavantajlarıyla da büyük bir tartışma konusu olmasına rağmen, üretimlerindeki hızlı artış da devam etmektedir. Son

Geliş Tarihi : 07.01.2008  
Kabul Tarihi : 23.01.2008

#### Yazışma Adresi Correspondence

Handan AYDIN  
İstanbul Üniversitesi  
Veteriner Fakültesi  
İstanbul, TÜRKİYE

haydin@istanbul.edu.tr

yıllarda modern biyoteknoloji ve genetik mühendisliğinin ortaklaşa çalışmaları ve GD ürün üretiminin ticari boyutlarının hızlı artışı, biyogüvenlik ve geleneksel tarım stratejilerini derinden etkileyecek konuma getirmiştir. Bu ürünlerin üretimi ve kullanımı henüz başlangıç aşamasında olduğu düşünülürse, uzun dönemdeki çevresel etkilerinin boyutları henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak GD ürünlerden kaynaklanabilecek genetik kirliliğin çevresel toksikoloji yönünden önemli riskler taşıdığı bir gerçektir. GD ürünlerin toprak ekosistemindeki etkilerine ilişkin çalışmalar çok azdır. Ancak mevcut bilgiler, melez nesil oluşturma aşamasında gen kaçışı nedeniyle değiştirilen genetik özelliklerin çevreye kontrolsüz olarak yayılmasına bağlı riskler bulunduğu yönündedir (4). Gen kaçışına bağlı olarak uzun vadede dirençli yabancı ot ve böceklerin ortaya çıkması sonucunda tarım ilaçlarının kullanımındaki artışa paralel olarak özellikle topraktaki biyoçeşitliliğin ortadan kalkması da söz konusu olabilir. Gen kaçışının gerçekleştiğine ilişkin bulgular, GD ürünlerdeki genlerin oldukça geniş bir alana yayılarak kontrolünün mümkün olamadığını göstermiştir (5, 6). Tarım ilaçlarına karşı dayanıklılığı artırmak amacıyla bitkilere aktarılan genlerin gen kaçışı yoluyla yabancı türlere de bulaşması, yabancıliğin artması ve yeni yabancı türlerin ortaya çıkması gibi sakıncaları doğurabildiği gibi, ekosistemde önemli boyutlarda tahribat oluşturma olasılığı taşımaktadır (7, 8).

Tarım ilaçlarına karşı dirençli hale getirilen kültür bitkilerinin direnç özelliklerinin diğer organizmalara geçmesi ve zamanla bu bitkilerin genetik özelliklerini kaybetmeleri ve dayanıklılıklarının ortadan kalkma tehlikelerini yanında ekolojik anlamda da bitki-toprak döngüsüne zarar vereceği düşünölmektedir (9, 10).

Doğal ekosistemin sürdürülebilmesi için makro ve mikro besinler kadar gerekli olan böcekler, solucanlar, bakteriler, mantarlar ve mikroorganizmalar da topraktaki faunanın temel unsurları arasında bulunmaktadır. Faydalı mikroorganizmalar gibi zararlı mikroorganizmaların da bulunabildiği toprakta, topraktaki patojenlerin aktivitesini artırmak ve bitki gelişimi ve sağlığına yönelik toksik maddeler üretmek zararlı mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilmektedir. Atmosfer azotunu fikse eden, topraktaki organik maddelerin parçalanmasını sağlayan, bitki hastalıklarını ve topraktaki patojenleri baskılayan, organik besinlerin bitkilerce kolayca özömlenebilmesine yardım eden, pestisitlerin toksik etkilerini yok eden, bitki gelişimini teşvik eden vitamin, hormon ve enzim gibi biyoaktif maddeler üreten, ayrıca toprağın nem-sıcaklık-havalanma dengesini sağlayan mikroorganizmalar ise yararlı mikroorganizmalar grubundadır. Toprakta bulunan yararlı canlılar, toprağın değişim ve gelişiminde aktif rol oynarlar (11, 12). Örneğin, toprak solucanları toprak ekosistemlerinde toprağın fiziksel özelliklerinin düzeltilmenin yanı sıra azotlaşmayı(nitratlaşma) gerçekleştirmek, humus oluşumuna yardımcı olmak, organik maddelerin ayrıştırılması ve bağlanması gibi kimyasal değişimlerin sağlanması anahtar organizmalardır (13, 14). Yine azot fikse eden bakteriler,

toprak havasındaki gaz halinde bulunan azotu, bitki köklerinde çözünebilir azot bileşikleri haline getirirler. Yapılan araştırmalar ve gözlemler, tarım zararlıları ve verimi kısıtlayan faktörlere karşı geliştirilen GD ürünlerin toprak ekosistemindeki hedef olmayan canlıların da zarar görmesine neden olduğunu göstermektedir (15,16). Buna ek olarak *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakterisinden elde edilen belli böceklerle karşı zehirli bir proteinin üretiminden sorumlu genin bitkilere aktarılması sonucunda böceklerle karşı dirençli hale getirilen bitkilerle beslenen kelebek ve diğer hedef olmayan organizmaların zehirlenme riskiyle karşı karşıya kaldığı belirtilmektedir. Bt endotoksin proteinleri yapısal özelliklerine göre Cry-I, Cry-II, Cry-III ve Cry-IV olmak üzere 4 farklı grupta toplanmaktadır. Yapılan alışmalarda Cry I AB Bt-toksin içeren transgenetik mısır alanlarında Cryseperla carnea (Stephens)'nın olumsuz etkilendiği, ayrıca bazı böceklerde transgenik bitkilere karşı direnç şekillendiği bildirilmiştir (17, 18).

Öte yandan transgenik proteinlerin toprakta akümüle olabilmeye yetenekleri toprak ekosistemini tehdit eden önemli bir unsurdur. Bu proteinlerin topraktaki kalıcılıkları toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenirken, çevresel faktörler de topraktaki biyoyararlanımını etkiler. Örneğin yüksek kil bileşimli ve düşük pH'lı topraklarda Bt toksinlerinin kalıcılığının daha uzun süreli olduğu belirtilmiştir (11). Bu durumda transgenik proteinlerin henüz bilinmeyen toprak mikroflora ve faunasındaki değişikliklerdeki rolü uzun vadede ortaya çıkacaktır.

Rizosfer (bitki kökleri ile toprak arasındaki karşılıklı etkileşimi olduğu tabaka), toprak mikroorganizmalarının en yoğun olduğu bölgedir. Topraktaki toplam mikroorganizmanın 10 katından daha fazlası bu bölgede toplanır. Rizosferdeki bitki-mikroorganizma etkileşimleri, bitki gelişimi ve sağlığı yönünden en önemli faktörlerdendir. Bitki kökleriyle alınan mineral maddeler ve toprağa salgıladıkları organik bileşikler sayesinde mikrobiyel aktiviteler gerçekleşir. Köklerin salgıladığı organik bileşiklerin yapısında ve miktarında meydana gelebilecek bir değişiklik, yararlı ve zararlı mikroorganizmaları da direkt olarak etkileyerek toprak habitatında bozulmaya neden olacaktır (19,20). Örnek olarak, spesifik mikroorganizmalardaki azalma, toprağın organik madde bileşiminde bozulmaya ve dolayısıyla bitki patojenleri tarafından sekonder etkilerin ortaya çıkmasına neden olacaktır (21).

## Sonuç

GD ürünler, avantajları ve dezavantajlarıyla günümüzde oldukça önemli bir tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Özellikle fauna ve floradaki değişiklikler bakımından ilk ve en çok etkilenecek olan toprak ekosistemleri dikkate alındığında bu ürünlerin hem doğal saflık ve stabilitesinin korunması, hem de nesilden nesile geçişlerdeki gen özelliklerinin devamı için bilimsel kontrollerin ve ekolojik risk analizlerinin sürdürölmesinin gerektiği unutulmamalıdır.

**Kaynaklar**

1. Sanvido O, Stark M, Romeis J, Bigler F. Ecological impacts of genetically modified crops: experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation. Swiss Expert Committee for Biosafety. ART-Schriftenreihe 2006; 1: 1-84
2. James C. Executive summary of global status of commercialized biotech/GM crops. ISAA Briefs 2006: 35.
3. James C. Executive summary of global status of commercialized biotech/GM crops. ISAA Briefs 2005: 34
4. Kaya Z, Tolun AA. Transgenik organizma kullanımının sonuçları. Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi 2000; 394: 52-57
5. Jutaprint P. Biosafety, Scientific findings and elements of a protocol: Report of the independent group of scientific and legal experts on biosafety, Malaysia, 1996.
6. Raybould AF, Gray AJ. Genetically modified crops and hybridization with wild relatives. J Appl Ecol 1993; 30 : 199-219
7. Burke J, Gardner K, Rieseberg L. The potential for gene flow between cultivated and wild sunflower (*Helianthus annuus*) in the United States, Am J Bot 2002; 89 : 1550-1552
8. Snow A, Pilson D, Rieseberg L, et al. Bt transgene reduces herbivory and enhances fecundity in wild sunflowers. Ecol Appl 2003; 13 : 279-286.
9. Doran JW, Linn DM. Microbial ecology of conservation management systems. In: J.L. Hatfield and B.A. Stewart, Editors, Soil Biology: Effects on Soil Quality. Advances in Soil Science, Lewis Publishers, Boca Raton, FL 1994:1-27.
10. Dunfield KE, Germida JJ. Impact of genetically modified crops on soil- and plant-associated microbial communities. J Environ Qual 2004; 33: 806-815.
11. Saxena D, Stotzky G. *Bacillus thuringiensis* (Bt) toxin released from root exudates and biomass of Bt corn has no apparent effect on earthworms, nematodes, protozoa, bacteria, and fungi in soil. Soil Biol Biochem 2001; 33 : 1225-1230.
12. Wolfenbarger LL, Phifer PR. The ecological risks and benefits of genetically engineered plants. Science 2000; 290 : 2088-2093
13. Edwards CA, Bohlen PJ. Biology and Ecology of Earthworms (third ed), Chapman & Hall, London, 1996
14. Lee KE. Earthworms: Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use, Academic Press, Sydney, 1985.
15. Gupta VVSR, Watson S. Ecological impacts of GM cotton on soil biodiversity: Below-ground production of Bt by GM cotton and Bt cotton impacts on soil biological processes. Australian Government Department of the Environmental and Heritage. CSIRO Land and Water 2004; 1: 72
16. Masoero F, Moschin M, Rossi F, Prandini A, Pietri A. Nutritive, value, mycotoxin contamination, and *in vitro* rumen fermentation of normal and genetically modified corn (Cry1Ab) grown in northern Italy. Maydica 1999; 44:205-209
17. Dutton A, Romeis J, Bigler F. Assessing the risk of insect resistant transgenic plants on entomophagous arthropod. Biotechnology 2003; 48 : 611-636
18. Griffiths BS, Caul S, Thompson J, Birch ANE, Scrimgeour C, Andersen MN, Cortet J, Messéan A, Sausse C, Lacroix B, Krogh PH. A comparison of soil microbial community structure, protozoa and nematodes in field plots of conventional and genetically modified maize expressing the *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin, Plant Soil 2005; 275 : 135-146.
19. Bardgett RD, Dentin CS, Cook R. Below-ground herbivore promotes soil nutrient transfer and root growth in grassland. Ecol Letters 1999; 2 : 357-360
20. Lynch J. The rhizosphere-form and function. Appl Soil Ecol 1994; 1: 193-198
21. Termorshuizen AJ, Lotz LAP. Does large-scale cropping of herbicide resistant cultivars increase the incidence of polyphagous soil-borne plant pathogen? Outlook in Agr 2002; 31: 51-54

