

TERMİNATÖR GEN TEKNOLOJİSİ VE BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Şahin DERE

Ahmet AYGÜN

***Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Ordu/TURKEY***

ÖZ: *Biyoteknolojik alanlardaki ilerlemeler, yetkisiz kullanımlardan genetik materyalin korunmasını sağlayan ve üreticiler tarafından kendi kaynaklarıyla üretmiş oldukları tohumların kullanımını önleyen gen manipülasyon (gen üzerinde değişiklik yapma) tekniklerini kullanılabilir hale getirmiştir. Bununla birlikte, tarımsal araştırma ve geliştirme programları içerisinde yeni çıkan yenilikçi değerlere sahip çıkarak bunlardan en üst düzeyde faydalanmaya imkân tanımaktadır. Bu teknikler genetik kullanımı sınırlandırılmış teknolojiler (GURTs) olarak bilinmektedir. Bu teknolojinin kullanımı ile her yıl yeni tohum almak için mali gücü olmayan ve kendi tohumlarını kendisi karşılamak zorunda olan küçük çiftçilere zarar verecektir. Bu teknolojinin amacı kaynağında tohum üretimini kontrol etmektir. İlaveten, çiftçilerin sürekli büyük firmaların istedikleri çeşitleri ekmek zorunda kalacak olmaları nedeniyle bitki gen havuzunda daralmalar olacaktır. Aynı zamanda çoğu tehlike düzeyinde olan bazı genlerin kültür bitkilerine aktarılması şeklinde olan yatay gen kaçışı ihtimalini de ortaya çıkaracaktır.*

Anahtar Sözcükler: *Terminatör, tohum, teknoloji koruma sistemi, biyoçeşitlilik.*

TERMINATOR GENE TECHNOLOGY AND ITS EFFECTS ON BIODIVERSITY

ABSTRACT: *Advances in biotechnology have made available gene-manipulation techniques that enable the protection of genetic material from unauthorized manipulation use and the prevention of self-supply of commercial seeds by farmers-in order to allow enhanced appropriation of the values of innovation in the agricultural research and development process (R&D).The technique has been also named as Genetic Use Restriction Technologies (GURTs). Use of the technology would be detrimental to small farmers, who depend upon seed-saving practices and can not afford to purchase new seeds every year. The sole purpose of this technology is to control seed production at source as well. Farmers will be faced with sowing same varieties which desired by big sector thanks to the technology. In conclusion, plant gene pool is going to become narrow as to biodiversity and also introduce some of the most dangerous genes, constructs into crop-plants and could spread sterility to other plants.*

Keywords: *Terminator, seed, technology protection system, biodiversity.*

GİRİŞ

Amerika'da bulunan Delta ve Pine şirketi ile Tarım Bakanlığı 3 Mart 1988 tarihinde gen ekspresyon zamanlamasını kontrol eden yani bitki tohumlarının hasadının yapılmasının ardından bu tohumların tekrar ekilmesi durumunda bitkinin normal gelişimini sürdürmesi, fakat tohum vermemesi şeklinde bir teknik üzerine 5,723,765 sayılı patentin sahibi olmuşlardır (Crouch, 1998; Oliver ve ark.,1998; Crouch, 1999; Fletcher, 1999). Bu sistem, teknoloji koruma sistemi (Technology Protection System) ya da terminatör gen teknolojisi olarak adlandırılır. Bu teknoloji kapsamında muameleye tutulan bitki normal olarak büyümesine devam etmekte, ancak bir sonraki jenerasyonda tohum üretebilme kabiliyetinde olmamaktadır. Bu haliyle bazı kişiler tarafından canlılar dünyası için nötron bombası olarak ta adlandırılmaktadır (Mazhar,1999). Teknoloji koruma sisteminin özünde hücreleri öldürücü nitelikte toksin salgılanmasıyla bu toksinin de tohumun çimlenmesini engellemesi yatmaktadır. Bu durumda üç öge söz konusudur;

- Tane oluşumunun ileri devresinde tohumda çimlenmeyi engellemek üzere toksin salgılayacak bir gen,
- Söz konusu tohumluğun ıslahçısı tarafından üretimini sağlayacak bir sistem,
- Bu tohumluğun üretici tarafından çoğaltılması istendiğinde tohumun çimlenmesini engelleyecek toksini aktif hale getirecek bir yöntemin mevcudiyetidir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 1999).

Terminatör gen teknolojisi klasik genetikte steril triploid balık, tohumuz triploid meyve ile benzer özelliktedirler. Burada F₁ hibrid ıslahındaki benzer bir durum söz konusudur. Fakat bunlar ticari olarak ürüne artı değer kazandırdığından genel kabul görmüşler (Crouch, 1998 ve Anon, 2005 a).

Bu teknolojinin uygulanması ile transgenik ürünleri yetiştiren ya da bunları alan çiftçiler üretmiş oldukları tohumlardan gelecek yıl için saklamış oldukları tohumları tekrar kullanmamak için anlaşmalar imzalamaktadırlar. Bu durumda olan çiftçiler her yıl kendilerine gerekli olan tohumları satın almak zorunda kalırlar. Bunun için transgenik ürünleri pazarlayan şirketler, bu yeni teknolojinin kullanımıyla herhangi bir şekilde tohum saklama ya da imzalamış oldukları sözleşmeleri ihlal etme gibi etkenleri önleme amacındadırlar. Bu sebepten dolayı bu teknoloji aynı zamanda tohum öldürme stratejisi GURT (Genetic Use Restriction Technology) olarak da adlandırılır (Anon, 2003 a).

Bu teknolojinin ortaya çıkmasıyla birlikte merkezi Kanada'da bulunan Uluslararası Kırsal Kalkınma Örgütü, RAFI (Rural Advancement Foundation

International) bu teknolojinin karşısında olmuş ve içermiş olduğu olumsuzlukları uygun ortamlarda açıklamaya başlamıştır (Fletcher, 1999 ve Anon, 2003a). RAFI'ye göre bu teknolojinin kullanımı kendi tohumunu kendi üreten ve her yıl yeni tohum alma gücünden yoksun üreticiler için zararlı sonuçlar doğuracaktır. Bu değerlendirmelerin çoğunluğu, o tarihlerde bu teknolojideki payının Delta ve Pine şirketi içindeki payı sadece % 8 olan Monsanto firmasına yöneltilmiştir (Crouch, 1999; Anon, 2003a ve Anon, 2004).

Delta ve Pine şirketi patenti altında ortaya çıkan bu GURT sistemi halen varsayımlara dayalı bir stratejidir ve dünyanın hiçbir yerinde ticari anlamda aktif halde bulunmamaktadır (Anon, 1999a ve Anon, 2003a). Bununla birlikte, bu şirket pamukta bu teknolojiyi gelecekte geliştirme yönünde adımlar atma niyetinde olduğunu belirtmiştir. Değişik ülkelerden bazı şirketlerin GURT metoduna benzer şekilde teknolojiler geliştirdiği bilinmektedir (Visser ve ark., 2001; Anon, 2003a).

Bu patentin arkasındaki strateji sadece tohum embriyolarını öldürmek yağ protein gibi diğer önemli kimyasal bileşenleri etkilememe şeklinde olmaktadır (Anon, 2003 b).

Terminatör gen teknolojisinin yaygınlaştırılmak istenmesindeki amacın; III. dünya ülkelerinde yeni pazarlar açmak ve Amerikan tohum şirketleri tarafından ticari isim altında satılan tohumların değerini arttırmak olduğu Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından açıklanmıştır. Bu teknoloji yaygınlaştığında USDA'nın net tohum satışlarından %5 oranında kar elde edeceği belirtilmiştir (Mazhar,1999). Bu çalışmanın amacı terminator gen teknolojisinin ne anlama geldiği hakkında bilgi sunmak, tarımsal alanda ne yönde etkileri olduğunu ifade etmek ve aynı zamanda biyoçeşitlilik alanına ne şekilde olumsuz etkileri olabileceği konusuna açıklık getirmeyi amaçlamaktadır.

TERMINATÖR GEN TEKNOLOJİSİ NASIL ÇALIŞIR

Terminator gen teknolojisi oldukça karmaşık bir sistemdir. Kısaca üç anahtar gen üzerinde faaliyetini gösterir (Dimech, 2005). Bunlar Terminatör geni, Recombinase geni ve Repressör genidir. Terminatör gen teknolojisi Melvin J.Oliver ve ark. (1998) tarafından geliştirilmiştir. Bu üç genden ikisi bir bakteriden (*Bacillus amyloliqueficans*) diğeri ise türü belli olmayan bir bitkiden elde edilmiştir. Fakat Crouch (1988)'ın ifadesine göre bunlardan birisi pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) diğeri ise *saporine officinalis* (Caryophyllacea) türüne aittir. Bununla birlikte her bir genin kaynağı tam olarak açıklanmamıştır (Crouch, 1998 ve Dimech, 2005).

Bu genlerin her biri gen mühendisliği teknikleri yoluyla bitki içerisine aktarıldıktan sonra başka bir gen tarafından değiştirilebilen üç değişik adıma içine almaktadır (Anon, 2003b).

Terminatör geni; tohum gelişimini engelleyen bir gen olup; gelişen tohum olgunluğa yaklaştığında özellikle tohumun embriyosunda programlanmış vaziyette bulunmaktadır. Buna örnek olarak embriyoda protein sentezini bloke eden toksin olmayan bir protein örnek verilebilir. Bitki ve tohumları (soya, mısır, ayçiçeği vb.) hasat zamanına kadar tamamen normal görünüşlü, fakat tohumlar ekildiği zaman gelişemeyecek durumda olmaktadır.

Repressör geni; tohumlar çiftçilere satılincaya kadar terminatör geninin faaliyetini engelleyici durumda tutar. Islahçılar ve tohum şirketleri ikinci yıl içinde tohumları öldürmeksizin birçok generasyon üretilebilme kabiliyetinde olmasını isterler. Repressor geni (Constitutive promoter) zamanların tümünde açık olacak konumda programlanmıştır. Böylece normal olarak terminatör genin faaliyetini engelleyici durumda tutmasını sağlamaktadır.

Aktivatör geni; tohumlara bazı kimyasal madde uygulanması neticesinde faaliyetine başlamaktadır, buna başlatıcı (inducer) denilmektedir. Kimyasal madde uygulanması ile repressör gen tarafından tanımlanan terminatör geninin parçasını ortaya çıkaran bir protein üretimini gerçekleştirmektedir.

Terminatör gen teknolojisine sahip tohum şirketleri üreticilere tohumlarını satmak istedikleri zaman ilk olarak tohumları bazı kimyasal muamelelere tabi tutarlar (Anon, 1999b ve Anon, 2003b). Bu kimyasal madde tetracycline olarak bilinmektedir. Aktivatör geni çalıştıran, fakat repressör genin çalışmasını engelleyen aynı zamanda terminatör genin çalışmasını sağlayarak tohumun embriyonik gelişiminin son dönemlerinde bu genin gelişimini durdurucu yönde etkide bulunmaktadır. Bu bağlamda kimyasal muameleye tabi tutulan tohumlar ekildiklerinde tohum verebilme kabiliyetinde, fakat hasadı yapılan bitkinin tohumları gelecek nesillerde tohum bağlama kabiliyetinden yoksun olması ile sonlanmaktadır.

BİYOÇEŞİTLİLİK ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

Terminatör gen teknolojisi metodunun kullanımı ile ilgili ana karıştıklıklar çiftçiler tarafından gelecek yıllar için tohum saklama işleminin yok edileceği üzerine odaklanmıştır. RAFI ve benzeri grupların iddialarına göre küçük çiftçiler özellikle III. dünya ülkelerinde tarımla uğraşanlar her yıl yeniden tohum alma gücüne sahip değildirlir. Kendi elde etmiş oldukları tohumları ekmeleri onların geleneksel yaşantıları içinde hayati rol oynamaktadır (Anon, 2004). Küçük çiftçiler eğer her yıl

yeni tohum almaya zorlanırlarsa büyük üreticilere göre ekonomik olarak dezavantajlı duruma düşebilirler. Bunun yanında artık geleneksel çeşitlerini ekememe gibi bir engelleme ile karşı karşıya kalacak olma durumunun yanında genetik çeşitliliğin (biodiversity) azalmasına bundan dolayı da bitki gen havuzunun daralmasına ortam sağlama gibi olumsuz bir problemle yüz yüze geleceklerdir (Anon, 2001).

Diğer taraftan terminatör gen teknolojisini değerlendirenler çoğunlukla terminatör genlerin kaçışı ve diğer alanlarda ya da yabancı bitkiler için yaygınlaşması endişesi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu da yeryüzü ekosistemleri boyunca steriletinin (döl vermeme) yaygınlaşmasını ortaya çıkaracağı düşüncesini oluşturmaktadır (Anon., 2005b; Cummins, 2005). Acikgoz ve Açıkgoz (1999) toksin genini taşıyan terminatör bitki polenin çevredeki normal bitkileri tozlaması durumunda kamuoyunda terminatörlüğün diğer bitkilere de geçebileceği endişesi oluştuğunu ifade etmekle birlikte sistemin gereği olarak tohumların canlılıklarını yitirmeleri ve gen sıçraması ile terminatörlüğün devamlılığı ve sorun olma olasılığının zayıf olacağını bildirmektedirler.

Ayrıca terminatör genin faaliyete geçmesini sağlayan kimyasal (inducer) uygulaması neticesinde görülmeyen risklerle de karşılaşılabilmesi göz önüne alınarak alerjik reaksiyonlar ve zehirli bileşiklerin oluşabileceği gözden uzak tutulmamalıdır (Cummins, 2005). Bunlar gibi ortaya çıkabilecek birtakım endişelerin aksine terminatör gen teknolojisinin yaygınlaşması taraftarı olan çok uluslu şirketler biyoteknolojik araştırmalardaki gelecekteki yatırım artışlarının bu tohumlar tarafından ortaya çıkan ilave değerlerin paylaşımında şirketlerin alacak oldukları paya bağlı olduğu tezini savunmaktadır (Crouch,1998 ve Srinivasan and Thirtle, 2000).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Terminator Gen Teknolojisi, Fikri Mülkiyet Hakları kuruluşlarının yetersizlik ve kusurlarına bir tepki olarak ortaya çıkmıştır. Bu eksikliği giderici teknolojik bir tepkinin oluşumuyla pazar başarısızlığını bir dereceye kadar iyileştirmeyi hedeflemektedir. Günümüzde araştırma sistemleri, büyük oranda masraflı olması nedeniyle yatırım için harcanan paraları gözden geçirme durumunu açığa çıkarmışlar ve kazançlarında artan bir oranda pahalı teknolojileri uygulamaya odaklanmışlardır. Bu durum özel sektörün kendine döllen bitkiler üzerindeki harcama paylarını arttırmayı ön plana çıkarmaktadır. Dolayısıyla bu yönde uygulamaların olması yeni yatırımların önünün açılacağı düşüncesini yaratmaktadır. Teknolojinin çevresel etkileri karmaşık ve dikkatli bir şekilde değerlendirilmeye ihtiyaç göstermektedir. Küçük çiftçiler yönünden ise rekabet baskılarının büyük yatırımcılara göre zayıf noktaları, dikkatle izlenmesi gereken bir nokta olduğunun farkına varılması gerekmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Açıköz, N. ve N. Açıköz. 1999. Transgenik çeşitler, Islahçı Hakları ve Terminator teknolojisi. Anadolu Dergisi, 9 (1) s: 95-96.
- Anonymous. 1999a. Terminator Gene Halt A Major U-Turn. Science/Technology. BBC Online Network. England.
- Anonymous. 1999b. Terminator Technology For Transgenic Crops. Virginia Cooperative Extension. USA.
- Anonymous. 2001. Impact of Genetic Use Restriction Technology (Gurts) on the Environment. Statement Of The Swiss Expert Committee For Biosafety (EFBS), Berne, Switzerland.
- Anonymous. 2003a. Terminator Seed Technology. Genetically Engineered Organisms. Public Issues Education Project. Cornell Cooperative Extension.
- Anonymous. 2003b. Terminator Technology For Transgenic Crops. Virginia Cooperative Extension, USA.
- Anonymous. 2004. Terminator Seed Technology. Genetically Engineered Organism. Public Education Issues Project. Cornell Cooperative Extension, USA.
- Anonymous. 2005a. Tarımsal Biyolojik Çeşitlilik. Genetik Kullanımı Kısıtlama Teknolojileri (GURTs). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı – Doğa Koruma Daire Başkanlığı Biyolojik Çeşitlilik ve Gen Kaynakları Şubesi, Biyolojik Çeşitlilik Ulusal Web Sitesi.
- Anonymous. 2005b. The Threat of Terminator Gene Technology To Farmers And Food Biodiversity. Rural Advancement Foundation International, (RAFI), Ottawa, Canada.
- Cummins. J. 2005. More Erosion of Farmer's Right. Science for Peace Bulletin May 2005 Volume 25, Issue 2.
- Crouch, M. L. 1998. How The Terminator (Gene) Terminates: An Explanation For The Non-Scientist of A Remarkable Patent For Killing Second Generation Seeds of Crops Plants. Occasional Paper, Edmonds Institute, Washington, University of Indiana, Department of Biology website.

- Crouch, M. L. 1999. How The Life Science Industries Plan To Disable Seeds: Terminator And Beyond. Forests, Trees And People. Newsletter No: 39
- Dimech, A. 2005. The Terminator. The Story Behind Genetic Seed Sterility Technology. A. D. Online. accessed on January 8, 2006. <http://www.adonline.id.au/terminator>
- Fletcher, R. 1999. Technology Protection System or Terminator Gene. The Australian New Crops Newsletter.
- Goeschil, T. ve T. Swanson. 2003. The development impact of genetic use restriction technologies: a forecast based on the hybrid crop experience. Environment and Development Economics 8: 149-165.
- Johnson, G. 1999. Monsanto Should Renounce The Terminator. On Science. Txtwriter Inc. Home Page. St. Louis, Missouri 63130, USA.
- Mazhar, F. 1999. Destructive Consequences Of Controlling Plant Gene Expression Or Terminator Technology For Food Security And Biodiversity. "Pre-SBSTTA-4 Consultative Workshop" organized by IUCN, 25 May 1999.
- Oliver, M. J., J. E. Quiseberry, N. Trolinder, L. Glover ve D. L. Keim. 1998. "Control of Plant Gene Expression", US Patent Number 5,723,765, March 3, 1998. United States Patent and Trademarks Office.
- Srinivasan, C. S. ve C. Thirtle. 2000. Policy Arena Understanding The Emergence of Terminator Technologies. Journal of International Development J. Int. Dev. (12), 1147-1158.
- Visser, B., I. Van Der Meer, N. Louwaars, J. Beekwilder ve D. Eato. 2001. The Impact of Terminator Technology. Biotechnology and Development Monitor, No: 48, P. 9-12.