

BİTKİSEL BİYOTEKNOLOJİYE GENEL BİR BAKIŞ

Orhan KURT Yusuf ŞAŞATLI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 01.03.2005

ÖZET: Bitki biyoteknolojisi çeşitli doku kültürü ve genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak bitkilerin genetik yapılarının değiştirilmesi ve geliştirilmesini kapsamaktadır. Bitki biyoteknolojisi oldukça geniş kullanım alanına sahip bir teknolojidir. Biyoteknoloji daha düşük üretim maliyetine imkan vermekte, yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmakta ve düzeltilemeyen olumsuz çevre koşullarında tarımsal verimliliği artırmada önemli bir potansiyele sahiptir. Bu makalede bitkisel biyoteknoloji çeşitli boyutlarıyla tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bitki, biyoteknoloji, bitkisel üretim

A GENERAL VIEW TO PLANT BIOTECHNOLOGY

ABSTRACT: Plant biotechnology covers change and improvement of plant genetic abilities with different tissue culture and genetic engineering techniques. Plant biotechnology is a broadly applicable technology. Biotechnology offers important potentials for lowering production costs, reducing dependence on energy from non-renewable resources and increasing the productivity of agriculture in hitherto disadvantaged environments. In this paper, different dimensions of plant biotechnology will be discussed.

Key Words: Plant biotechnology, plant production

1. GİRİŞ

Klasik ıslah yöntemleri ile bugüne kadar önemli gelişmeler sağlanarak yüksek verimli ve kaliteli bir çok bitki çeşiti ıslah edilmiştir. Ancak klasik ıslah yöntemleri; *i)* sonuca ulaşmada uzun bir sürece ihtiyaç duyması, *ii)* doğal gen kaynaklarından yararlanma olanaklarının sınırlı olması, *iii)* türler ve özellikle cinsler arasındaki melezlemelerde kısırlık ve uyumsuzluk gibi sorunlar ve *iv)* istenmeyen genlerin, özelliğin kombine edileceği bitkiye geçişi gibi olumsuzluklar nedeni ile çoğu zaman ihtiyacı tam olarak karşılayamamışlardır (Kurt, 2004). Bunun sonucu ıslahçılar, daima, yeni arayışlara yönelmişlerdir. Kullanım alanı her geçen gün genişleyen biyoteknoloji diğer birçok alanda olduğu gibi, bitkisel üretim alanında da yeni ve önemli katkılar sağlayabilir (Pierik, 1987; Anon., 1997; Kurt ve Gülümser, 1998; Babaoğlu ve ark., 2001). Bu teknoloji sayesinde karakterlerin kalıtımı kontrol altına alınabilmekte, özellikler yeni kuşaklara daha kolay ve daha az zamanda aktarılabilen veya arzu edilen yönde kullanılabilir. Ayrıca, canlı hücrenin DNA'sına organizmanın kabiliyetini ve olumsuz koşullara karşı dayanıklılığını arttıracak, faaliyet alanını genişletecek yeni genler aktarılabilir (Özcan ve ark., 2001; Kurt, 2004).

2. Ulusal ve Uluslararası Yatırımlar

Gelişmiş ülkeler arasında biyoteknoloji kaynaklı yeni ürünlerin elde edilmesinde rekabetin olmadığı, yeni pazarların oluşturulmasında ve bu pazardan pay alabilmek için işbirliği yapmak amacıyla önemli adımlar

atılmıştır. Gelişmekte olan ülkeler de bu işbirliği içinde yer alabilmek için önemli çabalar sarf etmektedirler. Hatta ekonomik gücü büyük olan kuruluşlar, hükümetlerin kararlarını ve geleceğe yönelik planlarını beklemeden bitki biyoteknolojisi alanındaki yatırımlarını genişletmekte ve uluslararası pazarlardaki paylarını artırmaya çalışmaktadırlar (Anon., 1997).

ABD ve Japonya'nın gerek bilimsel gerekse ekonomik düzeyde biyoteknolojik çalışmalara öncelik verdikleri ve bu alanda dünyaya öncülük yaptıkları bir gerçektir. 1980'li yıllara kadar ABD tarafından başta İngiltere olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde biyoteknolojik yatırımlar yapıldığı; daha sonra yerli ortakların katılımı ile bu yatırımların ortak projeler şekline dönüştürüldüğü görülmektedir. ABD'nde bir taraftan biyoteknolojik ürünlere patent haklarının sağlanması ile teknoloji şirketlerinin haklarını ve geleceklerini garanti altına almak için çalışmalar yapılırken, diğer taraftan da bu ürünlerin kullanımı ile ilgili olarak halkın sağlığının koruma altına alınması yönünde de çalışmalar yapılmaktadır. Japonya, gıda ve fermantasyon endüstrisindeki potansiyelini biyoteknoloji ile birleştirerek bu ürünlerin ticaretinde önemli gelişme sağlamış ve bu alandaki büyüme hızını % 40'a çıkarmıştır. Bu ülke, bitkisel üretim alanında biyoteknolojiyi kullanmada ABD düzeyine henüz ulaşamamış olmakla birlikte bu alanda da önemli gelişmeler kaydetmiştir.

Avrupa'daki büyük şirketler; *i)* biyoteknolojik ürünlerdeki kısıtlayıcı standartlar, *ii)* patent yasasındaki belirsizlikler, *iii)* ülkeler arasındaki koordinasyon eksikliği ve *iv)*

kamuoyunun biyoteknolojik ürünlere olumsuz bakışı gibi nedenlerle biyoteknolojik yatırımlarını başlangıçta daha çok ABD'nde yapmışlardır (Anon., 1997). Ancak son yıllarda Avrupa kıtasında da önemli biyoteknolojik yatırımlar yapılmaktadır.

Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde; ülkemizde üniversitelerin ve Araştırma Enstitülerinin başını çektiği bazı kuruluşlar bünyesinde biyoteknolojik araştırmalar yapılmaktadır. Ancak, bitkisel üretimi etkileyebilecek düzeyde kapsamlı araştırmalar henüz yapılamamaktadır. Bu tür araştırmaların yapılabilmesi için biyoteknolojik alt yapı yatırımlarının süratle tamamlanması gerekir. Bu yöndeki çabalar, özellikle son yıllarda olmak üzere, her geçen gün artmaktadır. Ayrıca özel sektör yatırımlarının da bu alana yönlendirilebilmesi için teşvik tedbirlerini ihtiva eden geniş kapsamlı bir biyoteknoloji yatırım paketinin hazırlanması ve yürürlüğe konulması gerekmektedir (Gözen ve ark., 1995; Kaygısız, 1996; Açıkgöz, 2003).

3.Bitkisel Biyoteknolojinin Kullanım Amaçları

Bitkisel biyoteknoloji, çok değişik amaçlarla kullanılmakta olup bu amaçları birkaç ana başlık altında aşağıdaki gibi toplamak mümkündür.

3.1. Çeşit Geliştirme

Arzu edilen özellikleri taşıyan yeni bir çeşit geliştirebilmek için klasik ıslah yöntemleri kullanılarak 10-15 yıl gibi uzun bir zamana ihtiyaç duyulmasına karşılık, biyoteknolojik yöntemler kullanılarak çok daha kısa zamanda, aynı sonuçları elde etmek mümkün hale gelmiştir. Çeşitli biyoteknolojik uygulamalarla bugüne kadar mısır, çeltik, buğday, hardal, kolza, tütün, patates, şeker pancarı, pamuk, şeker kamışı, yonca, biber, lahana, domates, kabak ve kavunda transgenik çeşitler geliştirilmiş ve alan denemelerine başlanmıştır (Anon. 2000a, b, c; Anon., 2003a; Açıkgöz, 2003). Ayrıca biyoteknolojik yöntemler kullanılarak, genetik ve stoplazmik uyumsuzluk gibi nedenlerle bitki cins ve türleri arasında veya cins ve tür içindeki bitkiler arasında başarılı melezlemeleri engelleyen, doğanın engelleyici mekanizmaları da devre dışı bırakılabilmektedir (Kurt ve Gülümser, 1998; Kurt, 2004).

3.2. Herbisitlere Dayanıklılık

Yabancı otlar su, besin maddesi, güneş vb. faktörlerden yararlanma bakımından kültür bitkileri ile rekabete girerler. Ayrıca yabancı otlar hastalık ve zararlılara aracılık ederek de dolaylı olarak kültür bitkilerinin veriminin

azalmasına sebep olurlar. Örneğin Afrika'da toplam tahıl hasat alanlarının % 40'ında ayırık probleminin olduğu, bitki başına tohum sayısının çok fazla olması nedeniyle bu yabancı ot ile kimyasal mücadele dışında kapsamlı bir mücadele yapılmasının mümkün olmadığı rapor edilmektedir. Bu tip problemlerin olduğu alanlar için herbisitlere dayanıklı, transgenik tahıl çeşitlerinin geliştirilmesi, alternatif bir çözüm olarak önerilmektedir (Anon., 2002a; Öktem, 2001b). Dolayısıyla bu tip özel problemlere karşı herbisitlere dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi için son yıllarda yoğun çabalar sarf edilmiştir. Bu çabaların sonunda başta şekerpancarı, mısır, pamuk, buğday, yonca, şeker kamışı, kolza, soya fasulyesi, sebze, meyve ve orman ağaçları olmak üzere birçok bitkide aktif maddesi bromoxilin, sülfonilurea, imidazolinon ve glifosfat gibi maddeler olan total herbisitlere karşı dayanıklı çeşitler geliştirilmiştir (Mut ve Gülümser, 2002; Anon, 2004).

3.3. Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık

Biyoteknolojik yöntemler kullanılarak bitki hastalık etmenleri ve zararlılarla mücadele konusunda da büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Diğer hastalık etmenlerinin aksine bitkilerdeki virüs hastalıklarının kontrolünde doğrudan etkili bir kimyasal ilacın olmaması nedeniyle son yıllarda virüslere dayanıklı transgenik bitkilerin elde edilmesi konusunda çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu yönde sağlanacak ilerlemeler sayesinde hastalık ve zararlılarla hem etkili ve kalıcı mücadele yapılabilecek, hem de ekonomik olarak avantaj sağlanacaktır (Işık ve Mennan, 2003). Ayrıca çeşitli kimyasal ilaçların kullanımı ile ortaya çıkan çevre üzerindeki olumsuz etkiler de ortadan kalkacaktır. Bu yönde yapılan çalışmalarda hastalıklara dayanıklılık geni eklenmiş patates, buğday, mısır, sebze ve meyve türleri; böceklere karşı direnç kazandırılmış tütün, tatlı patates, mısır, domates, şeker kamışı, soya fasulyesi, kolza, pamuk, patates, yonca, nohut, yer fıstığı, patlıcan, brokoli, lahana, ve kavun çeşitleri geliştirilmiştir (Anon, 2004; Bostan, 2001; Öktem, 2001a, b; Açıkgöz, 2003)

3.4. Ekstrem Koşulların Değerlendirilmesi

Yanlış gübreleme ve sulama sebebiyle kullanılamaz hale gelen toprakların yanı sıra endüstrinin yan etkileri sonucu ağır metallerle ve zehirli gazlarla kirlenmiş toprakların tarıma yeniden kazandırılması, tarım alanlarının her geçen gün daraldığı dikkate alındığında, oldukça önemlidir. Öncelikle bu tip ekstrem koşullara sahip topraklarda yetişebilen bitkilerin geliştirilmesi ve bu bitkilerin yardımıyla bu toprakların temizlenmesi amaçlanmaktadır.

Ayrıca kurağa ve soğuğa dayanıklılık kazandırılmış birçok bitki türü ve yetiştirme tekniği paketine daha iyi yanıt veren çeşitler geliştirilerek birim alandan elde edilen bitkisel üretimin miktarının, bu tip alanlarda da, artırılması amaçlanmaktadır (Açıkgöz, 2003).

3.5. Biyoteknolojik Ürünlerin Üretimi

Biyoteknoloji sayesinde geleneksel bitkisel üretim yoluna hiç başvurmadan çeşitli ürünlerin *in vitro* olarak üretilmesi mümkün olabilmektedir. Böylece sadece gıda maddelerinin genetik kalitesi tüketicilerin istekleri doğrultusunda geliştirilmeyecek, aynı zamanda domates püresi, portakal suyu veya elma sosu gibi ürünler laboratuvar koşullarında üretilebilir hale gelecektir (Sarıkaya, 2001). Ayrıca sekonder metabolitlerin biyoteknolojik yöntemler kullanılarak çok miktarda üretilmesi mümkün hale gelmiştir (Sökmen ve Gürel, 2001). Örneğin ishal aşısı içeren muz çeşitleri, kan proteini içeren patates çeşitleri, kuduz aşısı içeren mısır çeşitleri ve monoklonal antikor üreten mısır çeşitleri geliştirilmiştir (Açıkgöz, 2003). Bu sayede; yeni istihdam olanaklarının yaratılması yanında tarım alanları üzerindeki üretim baskısının da azaltılması mümkün olabilecektir (Kurt ve Gülümser, 1998).

İlave olarak son yıllarda bilhassa organik tarımın yaygınlaşması ile daha önce petrol veya petrol türevleri kullanılarak elde edilen bazı ürünlerin yerini, bitkisel kaynaklı organik plastikler, yalıtım malzemeleri veya biyodizel gibi yakıtlar almaya başlamıştır (Anon., 1999; Anon., 2000d; Sarıkaya, 2001).

3.6. Ürün Kalitesinin Artırılması

Kalite, tüketicilerin arzu ve istekleri doğrultusunda değişen bir kavramdır. Biyoteknolojik uygulamalarla çeşitli tüketici gruplarının arzu ve istekleri doğrultusunda değişiklikler yapılarak, birçok bitkinin ürün kalitesi tüketici isteği doğrultusunda yükseltilmiştir. Bu çalışmaların sonucunda **i)** yem ve gıda değerini artıran lizin oranı artırılmış, **ii)** phytate oranı azaltılmış mısır çeşitleri, **iii)** protein ve yağ oranı değiştirilmiş soya fasulyesi çeşitleri, **iv)** doymuş yağ asidi oranı azaltılmış, doymamış yağ asidi oranı artırılmış soya ve kolza çeşitleri; **v)** beta ve karoten oranı artırılmış kolza çeşitleri, **vi)** likopen oranı artırılmış domates çeşitleri, **vii)** amino asit oranı artırılmış tahıl çeşitleri, **viii)** demir ve vitamini artırılmış çeltik çeşitleri, **ix)** şeker oranı artırılmış mısır ve çilek çeşitleri, **x)** düşük kalorili şeker oranına sahip şeker pancarı çeşitleri, **xi)** renkli ve farklı kalitede life sahip pamuk çeşitleri, **xii)** kuru madde oranı yüksek domates ve patates çeşitleri, **xiii)** yüksek nişasta

oranına sahip patates çeşitleri, **xiii)** gluteni ve ekmeçlik kalitesi yükseltilmiş buğday çeşitleri ve **xiv)** kafein oranı azaltılmış kahve çeşitleri geliştirilmiştir (Açıkgöz, 2003; Anon, 2003b; Anon, 2004).

3.7. Raf Ömrünün Uzatılması

Taşıma ve pazarlanma sürecinde ürünlerin, erken olgunlaşmadan veya çevresel etkilere karşı yeteri kadar direnç ihtiva etmemelerinden dolayı oldukça fazla zararlar ortaya çıkmaktadır. Bu tip zararları azaltmanın yolu ürünlerin raf ömürlerinin uzatılmasıdır.

Biyoteknolojik uygulamalarla özellikle kısa zamanda tüketilmesi gereken domates, çilek, kiraz ve kavun gibi ürünlerin, tüketim süresinin uzatılmasına yönelik olarak çalışmaların olumlu neticeler alınmıştır (Açıkgöz, 2003). Örneğin soğuk denizlerde yaşayan bir balık türünden izole edilen soğuğa dayanıklılık geni, raf ömrünü uzatmak amacıyla domates bitkisine aktarılmıştır (Kefi, 2003). Bu sayede domateste ürün kayıpları sebebiyle ortaya çıkan zararlar ve ürünlerin nakliyesinde gerekli olan ekstra harcamalar azaltılmıştır.

4. Yasal Düzenlemeler

4.1. Biyogüvenlik Çalışmaları

Güvenlik kuralları ile ilgili yasaların uygulanması için hükümetler üzerine baskı yapıldığı ve Avrupa Birliği'nin bu konuda bir kararnameyi yürürlüğe koymaya hazırladığı sırada, bir çok ülkenin tehlikeli patojenlerin kullanımına dair bir düzenlemeye sahip olmadıkları anlaşılmıştır. Endüstriyel süreç tasarımı ve işletilmesinde insan güvenliğinin öncelikli kaygıyı oluşturması doğaldır. Bütün ülkelerin bir taraftan sağlık ve iş güvenliği, diğer taraftan vatandaşların ve çevrenin korunması ile ilgili yasalara sahip olması gerekir. Bu amaçla düzenli laboratuvar çalışmaları ve üretim işlemleri için ortak standartların geliştirilmesi olması gerekir. Ancak biyoteknolojinin gelişmesinde önemli bir engel oluşturması nedeniyle, belirsizliklerin veya kamuoyunun baskısı ile, sıklığı giderek artan yasalardan ve fazla kısıtlayıcı kurallardan da kaçınılması gerekir (Bara, 1982; Anon, 2003b).

4.2. Patentleme

Biyoteknoloji alanında üzerinde durulan diğer önemli bir konu da patentleme konusudur. Bazı bilim adamları, gelişmeye en büyük engelin yetersiz yasal korumanın sebep olduğunu iddia ederken, bazıları da bunun konu dışı olduğunu; serbest rekabet şartları altında potansiyel rakipler karşısında son ürüne hızla üst düzeyde yer sağlayarak, pazarda üstünlük sağlamanın tercih

edilmesi gerektiğini ileri sürmektedirler (Özertan ve Bölek., 2001). Geniş alanlarda faaliyet gösteren biyoteknoloji şirketlerinin faaliyetlerini sınırlandıran engelleri ortadan kaldıracak, araştırma ve geliştirme faaliyetlerini teşvik edecek patent sistemi üzerindeki tartışmalara son verecek yeni düzenlemelerin yapılması gereklidir. Nitekim bu yönde uluslararası birçok sözleşme imzaya açılmıştır (Anon, 2003c).

4.3. Teknoloji Koruma Sistemleri (Terminatör Teknolojisi)

Biyoteknoloji şirketleri, başarılı çalışmalarını sürdürebilmek için kendi çaplarında yeni metotlar geliştirmişlerdir. Bunlardan birisi de teknoloji koruma sistemleri (terminatör teknolojisi)'dir (Özertan ve Bölek, 2001). Bu sistem genetik yapısı değiştirilmiş bitkileri geliştirmek için yatırım yapan şirketleri korumak amacıyla kullanılan ve transfer edilen geni korumaya yönelik bir sistemdir. Nitekim; ABD Tarım Bakanlığı, Delta-Pine şirketi tarafından geliştirilmiş bir steril tohum teknolojisini patentlemiştir. Monsanto firması tarımsal buluşlarını korumak ve yatırımlarının geri dönüşümünü sağlamak için teknolojisinin mutlaka patentlenmesi gerektiğini savunmaktadır (Açıkgöz ve ark., 2001; Anon., 2005a). Bu teknolojiye destek veren Astra Zeneca şirketi ise steril tohum teknolojilerini ticaretleştirmek istemektedir.

Teknoloji koruma sistemleri, birçok gelişmiş ülke tarafından kabul edilmiştir (Anon., 2002b). Ancak, çoğunluğunu geri kalmış ülkelerin oluşturduğu birçok ülke, gıda güvenlikleri açısından bu teknolojiyi henüz kabul etmemektedir. Diğer taraftan teknoloji koruma sisteminin ne derece güvenli olduğu henüz tam olarak da bilinmemektedir.

5. Teknoloji Koruma Sistemlerinin Sakıncaları

5.1. Girdi Masrafının Artması

Teknoloji koruma sistemleri, tohumların çimlenme yeteneklerinin bir sonraki generasyona geçmesini engellemek için ortadan kaldırmak ve bu sayede çiftçilerin her yıl tohum satın almalarını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (Anon, 2002d). Böylece, çiftçiler geleneksel sistemde olduğu gibi kendi ürünlerinden tohumluk olarak yararlanamayacaklardır. Bu durumda, çiftçilerin girdi masrafı daha da artmış olacaktır.

Dünya bitkisel üretiminin % 15-20'si, tohumluklarını kendi ürettikleri üründen karşılayan fakir çiftçiler tarafından sağlanmaktadır. Terminatör teknolojisi ile bu çiftçilerin hakları, patent sahibi şirketlerin karşısında, hiçe sayılmaktadır. Halbuki, fakir

çiftçiler steril tohumlara değil, her yıl tekrardan satın almak zorunda kalmayacakları, ucuz ve kolayca saklayabilecekleri tohuma ihtiyaç duymaktadırlar. Diğer taraftan terminatör teknolojisini savunan büyük şirketler, çiftçilerin herbisit ve zararlılara dayanıklı bu bitkileri kullandıkları taktirde, satın aldıkları tohumların maliyetini karşılayacak derecede verim artışı elde edebileceklerini iddia etmektedirler (Özertan, ve Bölek., 2001).

5.2. Kamuoyu Baskısının Yönlendirilmesi

Transgenik ürünlerin uluslararası birkaç şirket tarafından üretilip, özellikle gelişmemiş ülkelere pazarlandığı dikkate alındığında bu durumun farklı sosyal sorunlara yol açması muhtemeldir (Anon., 2001). Örneğin Brezilya'da çiftçiler kredi alabilmek için hükümet tarafından belirlenen, uluslararası şirketler tarafından geliştirilen, bitki çeşitlerini ekmek durumunda kalmışlardır. Benzer durum Arjantin'de uygulanmakta olup, 10 milyon ha alanda sadece Monsanto şirketine ait tohumların ekilmesine izin verilmektedir. Bu tür uygulamalar sebebiyle pek çok ülkede, siyasi baskı ile ticari kredi olanakları, çiftçileri istenilen istikamete yönlendirmektedir. Bu durum, zaman içinde, çiftçilerin zor durumda kalmalarına ve birkaç uluslararası şirkete bağımlı hale gelmesine sebep olabilir (Anon., 2001).

5.3. Çevresel riskler

Terminatör teknolojisi, genetik olarak değiştirilmiş organizmaların yayılması için bir "Truva Atı"na benzetilmektedir. Kültür bitkileri veya bunların yabani formlarının bulunduğu gen havuzuna bulaşan terminatör genlerin, havuz içinde yer alan bitkilerde, bir saatli bomba olarak yerleşmelerinin mümkün olması büyük bir tehlike olarak görülmektedir.

Bazı biyoteknoloji şirketleri, genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların çevreye olan etkilerinin ağır olacağını söyleyenlere karşı, terminatör teknolojisi sayesinde genetik yapısı değiştirilmiş tohumların en iyi şekilde kontrol edebileceklerini iddia etmektedirler. Ancak, bu tip tohumlarda kirliliğin durdurulması için terminatör teknolojisinin kullanılması, yiyeceğimiz sandviç üzerindeki karıncaları öldürmek için DDT'in kullanmasına benzetilmektedir (Anon., 2002c). Ayrıca tetrasiklin ile muamele edilen tohumlar ekildiğinde, toprakta, tohumların etrafında ölü bölgeler meydana gelir ve toprağın mikrobiyal dengesi bozulur. Dolayısıyla, terminatör teknolojisi sadece topraktaki biyolojik çeşitliliği azaltmaz aynı zamanda mikroorganizmalarıyla

birlikte canlı bir yapıya sahip olan toprağın yapısına da zarar verir (Samuel, 1998).

5.4. İnsan ve Hayvan Sağlığına Etkileri

Terminatör sisteminde bir promotorun etkisi sonucu toksinler aracılığıyla steril hale getirilen tohumlar, farklı amaçlarla insan ve hayvanlar tarafından tüketilmektedir. Terminatör sistemde kullanılan RIP toksininin hayvanlara direk zehir etkisi yapmadığı, bağırsaklarda parçalanıp inaktif hale geçtiği ve zamanla allerjik reaksiyonlara yol açabileceği belirtilmiştir (Samuel, 1998). Ayrıca polen ve tohumları steril hale getirmek için kullanılan barnase enziminin de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisinin olabileceği öngörüsü vardır (Leemans, 1992). Bütün bu kaygıların, hiç şüphesiz, az da olsa haklılık payı vardır. Yasalarla koruma altına alınan şirketlerin etkili bir şekilde denetlenememesi ve üretimlerini nasıl gerçekleştirdiklerinin bilinmemesi bu kaygıların artmasına sebep olmaktadır.

6. Bitkisel Biyoteknoloji Karşısındaki Kaygılar

6.1. Genetik Yapısı Değiştirilmiş Gıdalar

Genetik yapısı değiştirilmiş gıdaların (GDO), insan sağlığını tehdit edebilen bir enzim içerdiği yönünde oldukça iddialı görüşler vardır. Bu görüşleri ileri sürenler; iddialarını ispat için bu enzimlerin sıçanların böbreklerinde hücre ölümlerine yol açtığı, İngiltere’de yapılan bir araştırmada da bu ürünlerin, canlı organizmaların bağışıklık sistemini zayıflattığının belirlendiğini örnek olarak vermektedirler (Bourrier, 2000; Samuel, 1998).

Tüketicilerin genetik yapısı değiştirilmiş gıdalara karşı tepkisi ülkelere ve bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Kuzey Amerika’da bazı bilim adamları ve müşteri grupları tarafından ifade edilen endişelere rağmen, genetik yapısı değiştirilmiş ürünlerin gıdaların içerisine katılması engellenememiştir. Monsanto firması, ABD’deki tüketicilerin genetik yapısı değiştirilmiş gıdaları, üzerine etiket yapılandırma kaydı ile kabul ettiklerini iddia etmektedir. Ancak, Time dergisinin anketine katılanların % 81’i genetik yapısı değiştirilmiş gıdaların etiketlenmesi gerektiğini savunurken, % 58’i etiketlense bile bu tür gıdaları almayacakları yönünde görüş ortaya koymuşlardır. Novartis firması tarafından yapılan bir ankete göre de, genetik yapısı değiştirilmiş gıdaların ABD’de çoğu tüketiciler tarafından hoş karşılanmadığı, müşterilerin transgenik gıdaların etiketlenmesini istediklerini ortaya koymuştur. Ankete katılanlar, ürünlerin kalıtsal olarak tehlikeli olduklarından veya bu konudaki şüphelerden dolayı değil, tüketicilerin neyi satın aldıklarını ve tükettiklerini bilme hakkına sahip olmaları

sebebiyle gıdaların etiketlenmeleri gerektiğini ifade etmişlerdir (Anon, 2005a). 2001 yılının başlarında ABD Tarım Bakanlığı, endüstriden gelen ağır baskılara rağmen organik tarıma verilen desteğin devam edeceğini kamuoyuna açıklamıştır (Anon., 2005b). Diğer taraftan Kanadalılar bu tür gıdaları özellikle de soya ve kolzayı yemeklerinde kullanmaktan pek de endişe duymamaktadırlar. Avustralya’da yapılan referandum sonucu 1.2 milyon insan, bu tür gıdaların etiketlenmesi gerektiği yönünde görüş ortaya koymuşlardır. Avrupa’da bu konuda birçok ülkede hararetli tartışmalar yapılmıştır. Birçok gıda üreticisi bu gıdaları kendi ürünleri arasında görmek istemediklerini kamuoyuna açıklamışlardır. Avrupa Birliği Tarım Komisyonu hem genetik olarak değiştirilmiş gıdaların hem de normal ürünlerin etiketlenerek tam bir ayırım yapılması yönünde görüş ortaya koymuştur. Almanya’da tüketicilerin % 95’i bu tip yeni gıdaları reddederken, çiftçilerin çoğunluğu da transgenik hayvan yemlerinin karşısında yer aldıklarını ifade etmişlerdir (Bourrier, 2000).

6.1. Doğal Dengenin Bozulması

Biyoteknolojik çalışmaları destekleyenler, hem insanoğlunun hem de doğanın yüzyıllardır farklı tür ve çeşitler arasında melezlemeler yaparak bir çeşit transgenik organizmalar ortaya koyduklarını iddia etmektedirler. Örnek olarak da at ve eşek arasındaki çiftleşme sonucu oluşan katırı, buğday ile çavdar arasındaki melezlemeden oluşan tritikale veya farklı formların ortaya çıktığı rengarenk gülleri vermektedirler. Ancak bu tip yaklaşımda bulunanlar, bu melez döllerin doğal yollarla elde edildiğini göz ardı etmektedirler. Ayrıca transgenik bitkilerin ekim alanlarının gelişmesi, yerli çeşitlerin zaman içinde kaybolması sürecini de beraberinde getireceği kaygısı da yabana atılmamalıdır (Anon, 2003b; Kefi, 2003).

6.2. Güvenlik

Her ne kadar 1990 yılından beri devam eden genetik yapısı değiştirilmiş bitkilerin alan denemelerinden, bugüne kadar ciddi anlamda olumsuz bir etki ortaya konmamışsa da konu özellikle Avrupa kamuoyunda büyük hassasiyet yaratmış ve bu hassasiyete paralel olarak biyogüvenlik uygulamalarının ortaya konması istenmiştir (Gözen ve ark., 1995).

1998 yılında bilim adamları, sivil toplum örgütleri, tüketici dernekleri ve dini liderler bir araya gelerek genetik yapısı değiştirilmiş gıdaların güvenlik testinden geçirilmesi ve bunların etiketlenmesini talep etmişlerdir (Anon., 2005b). Ayrıca Uluslararası Kırsal Kalkınma

Derneği (RAFI), terminatör teknolojisinin ticaretleştirilmesini önlemede faaliyet göstermeleri için hükümetleri uyarmıştır. Son yıllarda biyogüvenlik tedbirlerinin bütün dünyada uygulanabilir, standart yöntemler olarak geniş alanlarda uygulanması zorunluluğunun getirilmesi konusunda politikalar ön plana çıkmaktadır. Bu alanda birçok düzenleme bugüne kadar yapılmıştır (Anon, 2003c; Kefi, 2003). Bu düzenlemeleri kronolojik olarak aşağıdaki gibi verebiliriz.

i) 1991 yılında, UNIDO (BM Endüstriyel Kalkınma Organizasyonu) organizmaların çevreye salımı konusunda bir talimat yayınlamıştır.

ii) 1991 yılında, FAO (BM Gıda ve Tarım Organizasyonu) tarafından bitki genetik kaynakları komisyonunun talebi (CPGR) üzerine “Biyoteknoloji Talimatı” adıyla bir rapor hazırlatıp, yayınlamıştır.

iii) 1992 yılında, Gündem 21’i hayata geçirmek amacıyla Biyoteknolojinin Risklerinin önlenmesi için “Uluslararası Teknik Direktifler” yayınlamıştır.

iv) 1997 yılında, gelişmekte olan ülkelerin biyogüvenlik kapasitelerini oluşturmalarına yardımcı olmak amacıyla UNEP (BM Çevre Programı) tarafından “Biyogüvenlik Kılavuzu” hazırlanmıştır.

v) 2000 yılında, BM “Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi” hazırlanmıştır.

vi) 2003 yılında, insan sağlığı üzerindeki riskler de göz önünde bulundurularak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilecek olan tüm değiştirilmiş canlı organizmaların sınır ötesi hareketi, transit geçişi muamelesi ve kullanılmasını kapsayan BM “Cartagena Biyogüvenlik Protokolü” yürürlüğe girmiştir (Anon, 2003c)

Cartagena Biyogüvenlik Protokolü, 17.06.2003 tarihinde T.B.M.M.’de görüşülerek 4898 sayılı kanun ile kabul edilmiş, 24.06.2003 tarih ve 25148 sayılı resmi gazetede yayımlanmış ve 24.01.2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Anon, 2003c; Kefi, 2003)

6.3. Çevresel Etkiler

Çevreye serbest bırakılan genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların, bitki ve hayvanların doğa üzerinde dönüşü olmayan etkilere sahip olduğu düşünüldüğünde rekabete dayanan üstünlükte genetik yapısı değiştirilmiş organizmaların, zaten tehlikeye düşmüş olan organizmaların yabancı akrabalarını tehdit edebileceği endişesi vardır (Anon, 2002b).

Herbisitlere karşı dayanıklılık genlerinin aktarıldığı transgenik çeşitlerin, diğer kültür

bitkilerinin yetiştirildiği alanlara karıştığında bunlarla mücadelede problem yaşanabilir. Nitekim 1995 yılında Monsanto ve AgrEvo gibi şirketler tarafından herbisite dayanıklı kolza elde edildikten bir yıl sonra, İskoçya’da kolza ekili alanlardan iki kilometre kadar uzağa polenlerin taşındığı belirlenmiştir. Ayrıca transgenik kolzanın, kolzanın yabancı ot karakterindeki akrabası olan *Brassica campestris* ile melezlendiği saptanmıştır (Anon., 2002a). Dolayısıyla, transgenik bitkilerden yabancı akrabalarına gen kaçıışı olduğunda bu bitkilerle mücadele edebilmek için daha yüksek dozda kimyasal ilaç kullanmak gerekebilir. Bunun anlamı bu teknoloji aynı zamanda süper yabancı otları da karşımıza çıkarabilir (Anon., 2001; Açıköz, 2003; Zereycan, 2001).

6.4. Sağlık

Bazı transgenik bitkiler antibiyotiklere karşı dayanıklılık sağlayan genler içermektedir. Pasteur Enstitüsü transgenik bitkilerden bakterilere, antibiyotiklere karşı dayanıklılık ihtiva eden genlerin geçme riskine dikkat çekerek bu bakterilerin antibiyotiğe karşı zamanla bağışıklık kazanabileceklerini rapor etmektedir. Avrupa Birliği Bilim Komitesi transgenik bitkiler yolu ile antibiyotiklere karşı dayanıklılığın artması konusundaki endişeleri rapor etmiştir. Avrupa’daki bazı ülkeler, antibiyotiklere karşı dayanıklılık genlerini içeren bazı transgenik bitkilerin ithalatını yasaklamışlardır (Anon., 2005b).

BGH hormonunun, sütün pastörizasyonu sırasında parçalanmadan özelliğini koruması ve insanlarda aktif hale geçerek hücre bölünmesine yol açması, kanserli dokuların gelişmesine de yol açabilir mi sorusunu akla getirmektedir (Samuel, 1998). Yapılan çalışmalarda IGF-1’in midede büyük ölçüde canlı kaldığı, bağırsaklara ve oradan da kana geçtiği tespit edilmiştir. 1998 yılında 15 bin erkek üzerinde yapılan bir araştırmada; bu insanların kanlarındaki IGF-1 miktarlarının, standartlara göre normal sınırlarda olmakla birlikte, kısmen yükselmesi sonucu bu insanların prostat kanserine yakalanma riskinin 4 kat arttığı belirlenmiştir. Yapılan diğer bir araştırmada da bu hormonun kullanıldığı ineklerin sütünü tüketen insanların göğüs ve kolon kanserine yakalanma riskinin arttığı saptanmıştır. Ayrıca BGH hormonu uygulanan hayvanların sütünün yağ oranı artmasına karşılık sütün tadının değiştiği, raf ömrünün azaldığı ve bu hayvanlarda meme iltihabının % 79 oranında arttığı belirlenmiştir (Samuel, 1998).

7. SONUÇ

Çeşitli kaygılar ve tepkiler sürerken, bitkisel biyoteknoloji alanındaki çalışmalarda tüm hızıyla devam etmektedir. Bu çalışmaların sonuçları genel olarak pozitif olmasına karşın, uygulama alanının çok geniş olmasından dolayı birtakım kaygıları da beraberinde getirmektedir. Bazı insanlar tarafından suistimal edilme endişesi, insan ve çevre sağlığı açısından riskleri de beraberinde getirme konusundaki şüpheler ve bazı tüketicilerin biyoteknolojik bazı ürünleri doğa kanunlarından sapma olarak görmeleri nedeniyle bitkisel biyoteknoloji sürekli tartışma konusu olmaktadır. Ancak şu bir gerçek ki, dünyanın bugünkü tarımsal üretim teknikleriyle ortaya koyduğu bitkisel üretim ile kendini beslemesi mümkün değildir. Bu durumda bitkisel biyoteknoloji, artan dünya nüfusunun beslenmesi için bitkisel üretime katkı sağlayabilecek cazip bir çözüm yolu olabileceği hissini vermektedir.

Bitkisel biyoteknoloji alanındaki gelişmeler; **i)** yeni pazarlar açabilir, **ii)** imalat sanayinin birçok dalında ve hizmet sektöründe maliyeti düşürebilir, **iii)** mevcut uluslararası ticaret kalıplarına başka şekiller verebilir, **iv)** devletlerin ekonomilerini ve bu ekonomilerin yapılandırılış biçimlerini değiştirebilir, **v)** yatırım için sermayenin tahsisini değiştirebilir, **vi)** bilimsel bilgi yelpazesini değiştirebilir, **vii)** çok sayıda yeni iş alanları yaratabilir ve **viii)** geleneksel iş alanlarının bir çoğunu da tasfiye edebilir. Dolayısıyla, küresel toplum, kendi refah ve mutluluğu için biyoteknoloji destekli geçiş sürecinde ortaya çıkacak problemleri gerekli biyogüvenlik önlemlerini de alarak çözebilir. Böylece daha sağlıklı, huzurlu ve mutlu bir geleceğe ulaşabilir.

8. KAYNAKLAR

- Açıkgöz, N., 2003. Tarımsal Biyoteknolojiye Sosyo-Ekonomik Yaklaşımlar. Tarım ve Mühendislik, Sayı 66-67.
- Açıkgöz, N., Açıkgöz, N. ve M. Tosun., 2001. Biyoteknolojinin Ahlakı ve Hukuku Yönleri. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı yayınları.
- Anonymous, 1997. Tarımsal Biyoteknoloji. Türk Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği Vakfı. Komisyon Raporu.
- Anonymous, 1999. Biodegradable Plastic Grown From Plants. <http://www.biotechknowledge.com/showlib.php>
- Anonymous, 2000a. Transgenik Plants and World Agriculture. http://www.tarmsource.com/News_Trends/newsarticles.asp
- Anonymous, 2000b. Potential and Safety of Biotech Crops. http://www.tarmsource.com/News_Trends/newsarticles.asp

- Anonymous, 2000c. Biotech Can Help Fight Hunger and Poverty. http://www.tarmsource.com/News_Trends/newsarticles.asp
- Anonymous, 2000d. Many Possible Benefits From Biotechnology. <http://www.biotechknowledge.com/showlib.php>
- Anonymous, 2001. Tarımda Genetik Tehlike. www.evrensel.net/01/08/13/ekonomi.html
- Anonymous, 2002a. www.bayzan.com/btd.html
- Anonymous, 2002b. Terminate. www.etcgroup.org
- Anonymous, 2002c. Using Terminator to Halt GM Seed Contamination is Like. Using DDT to Kill the Ants on Your Sandwich. <http://www.etcgroup.org/documents/nr2002apr11.pdf>
- Anonymous, 2002d. Steril Harvest: New Crop of Terminator Patents Threatens Food Sovereignty. www.etcgroup.org
- Anonymous, 2003a. Philippines Starts Super Rice Program. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas
- Anonymous, 2003b. Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar ve Biyogüvenlik. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü.
- Anonymous, 2003c. BM BÇS Cartagena Biyogüvenlik Protokolü.
- Anonymous, 2004. Modern Bitki Biyoteknoloji ve Tarımsal Üretimde Kullanım Alanları. Monsanto Europe S.A.
- Anonymous, 2005a. Terminator Technology. <http://dragon.zoo.utoronto.ca/~jlm-gmf/t0701c/ethics.htm>
- Anonymous, 2005b. It Came From The Grocery Store: Questions and Answers. <http://www.greenpeaceusa.org/features/groceryqatext.htm>
- Babaoğlu, M., Gürel, E. ve S. Özcan., 2001. Bitki Biyoteknolojisi: Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Bara, M., 1982. Biyoteknoloji. Uluslararası Eğilimler ve Görüşler. Çeviri. İstanbul Üniversitesi Yay. No:3419, İstanbul.
- Bostan, H., 2001. Bitki Virüs Hastalıklarına Karşı Gen Aktarımı Yoluyla Dayanıklı Bitki Elde Edilmesinde Stratejiler. Atatürk Üniversitesi Zir. Fak. Dergisi. 32 (3) : 343-350.
- Bourrier, L., 2000. Biotechnology, Genetic Engineering and GMOs. Network Magazine Vol.,3, Number 3, Canada. <http://www.cwhn.ca/network-reseau/3-3/3-3pg1.html>
- Gözen, A., Abak, K., Kasnakoğlu, H., Çetiner, S. ve A. Güzel, 1995. Türkiye'de Bitki Biyoteknolojisi Öncelikleri. Türkiye Tekn. Geliş. Vakfı.
- Işık, D. ve H. Mennan., 2003. Transgenik Bitkilere Genel Bir Bakış. O. M. Ü. Zir. Fak. Dergisi 18 (1): 83-92.
- Kaygısız, H., 1996. 21. Yüzyıla Damgasını Vuracak Olan Bir Bilim ve Teknoloji Dalı: Biyoteknoloji. Hasat Dergisi. Sayı:132, İstanbul.
- Kefi, S., 2003. Tarımsal Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik. Tarım ve Mühendislik. Sayı: 66-67.
- Kurt, O. ve A. Gülümser., 1998. Bitki Islahında Hücre ve Doku Kültürlerinin Kullanılması. O. M. Ü. Ziraat Fak. Derg. 13 (2) : 173-185.
- Kurt, O. ve H. Mısır., 2001. Biyoteknolojinin Sosyal ve Ekonomik Boyutu. XII. Biyoteknoloji Kongresi. 17-21 Eylül, 2001. Ayvalık/ Balıkesir.

- Kurt, O., 2004. Hücre ve doku kültürü. Bitki Islahı Ders kitabı, No 43 (2. Basım). O. M. Ü., Ziraat Fakültesi
- Leemans, J., 1992. Genetic Engineering for Fertility Control. In. Dattee, Y., Dumas, C. And gallias, A., Reproductive Biology and Plant Breeding. 101-106. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Mut, Z. ve A. Gülümser., 2002. Transgenik Bitkilerin Çevresel Boyutu. O. M. Ü., Zir. Fak. Derisi, 17 (3):84-93.
- Öktem, H. A., 2001a. Böceklerle Dayanıklı Transgenik Bitkilerin Geliştirilmesi. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Öktem, H. A., 2001b. Herbisitlere Dayanıklı Transgenik Bitkilerin Geliştirilmesi. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Özcan, S., Gürel, E. Ve M. Babaoğlu., 2003. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Özertan, G. ve Y. Bölek., 2001. Teknoloji Koruma Sistemi (Terminatör Teknolojisi). Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Pierik, R. L. M., 1987. In Vitro Culture of Higher Plants. Martinus Nijhoff Publishers.
- Samuel, S. E., 1998. Milk with rBGH Linked to Prostate Cancer. Genetically Manipulated Food News. Chicago. www.home.intekom.com/tm-info/rw80410.htm.
- Sarıkaya, A. T., 2001. Biyoteknolojiye Giriş. Ders Notları. İstanbul Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi.
- Sökmen, A ve E. Gürel., 2001. Sekonder Metabolit Üretimi. Bitki Biyoteknolojisi: Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Zereycan, C.,2001. Biotek Çılgınlıyor. Çeviri. Cine-Tarım Dergisi, Sayı: 31, 32, 33. <http://www.cine-tarim.com.tr/dergi/arsiv32/ biotek.htm>