Tarım ve Genetik Mühendisliği

Kenan TURGUT[1]

Giriş

Dünyada tarımın ilk defa M.Ö. 8000–7000 yıllarında Mezopotamya'da (verimli hilal) başladığı tahmin edilmektedir. İnsanoğlu, öncelikle buğdaya ihtiyaç duyduğunu kavramış ve bu ürünün tarımını öğrenmiştir. Daha sonraki dönemlerde ise diğer tahıllar ve yemeklik baklagil bitkileri kültüre alınmıştır.

Örneğin, Mezopotamya'da buğdaydan sonra arpa, mercimek, bezelye, nohut ve keten gibi ürünlerin tarımı yapılmıştır. Bu süreçte, insanoğlu kendine yarayışlı olan ürünleri seçebilme yeteneğini kazanmıştır. Böylece insanoğlu, göçerlikten yerleşik düzene geçmeyi başarmış ve gıda güvenliğini artırmıştır.

Bu gelişmeler insanlarda yaşam beklentisini önemli düzeyde artırmıştır. M.Ö. 2500–M.S. 500 yılları arasında, nüfus ve şehirleşme oranı hızla artmıştır. Daha sonraki dönemlerde, kültüre alınan bitkilerin sayısı artarak ürünler daha da çeşitlenmiştir. On dokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında Gregor Mendel (1822–1884), bitkilerde kalıtımın temellerini bulmuştur. Yirminci yüzyılda Mendel genetiğinin anlaşılmasından sonra bitki ıslahı çalışmaları bilimsel olarak yönlendirilmiştir.

Yeşil Devrim olarak adlandırılan süreç bu dönem içerisinde gerçekleşmiştir. Yirmi birinci yüzyılda ise rekombinant DNA teknolojisi (Enzimlerle kesilen farklı DNA'ların birleştirilerek yeni bir DNA molekülü oluşturulması işlemi) ve genetik mühendisliği teknikleri, bitki ıslahına yeni ufuklar kazandırmıştır. Gen Devrimi olarak adlandırılan ve halen devam eden süreç bu yüzyılda başlamıştır.

Yeşil Devrim

M.S. 1700'de 600 milyon olan dünya nüfusu, 1950'de 2.4 milyar ve 2005'de 6.4 milyar olmuştur. Dünya nüfusunun, 2030 yılında 8.0 milyar ve 2050 yılında 9.2 milyar olması tahmin edilmektedir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı üzere, dünya nüfusu 1700 yılından 1950 yılına kadar olan 250 yıllık dönemde tam 4 kat artmıştır. Doğal olarak, artan nüfusun yeterince beslenebilmesi için gıda üretiminin de aynı düzeyde artması gerekmektedir. Bu da ancak tarımsal üretimin artırılması ile mümkün olmaktadır. Dünya tarımsal üretim alanlarının genişlemesinin sınırlı olmasından dolayı yapılması gereken tek seçenek verimliliğin artırılmasıdır. Nüfusun ve şehirleşmenin hızla artması ve gıda üretiminin bu artışla paralellik sağlayamamasından dolayı "Yeşil Devrim" hareketine gerek duyulmuştur. Bu hareketin amacı; yüksek verimli çeşitler, gübreleme, sulama, tarımsal savaş ve tarımsal mekanizasyon girdilerini yerinde kullanarak tarımsal üretimde verimliliğin artırılmasıdır.

Meksika 1940 yılında, verimin çok düşük (75 kg/da) olması nedeniyle ihtiyaç duyduğu buğdayın %50'sini ithal etmekteydi. Ayrıca, Meksika ekonomisi bunu karşılayacak durumda değildi ve insanlar açlık tehlikesi tehdidi altındaydı. Yeşil devrimim babası olarak bilinen Dr. Norman Borlaug, 1944 yılında Meksika CIMMYT (Uluslararası Buğday ve Mısır Islah Merkezi)'de buğday ıslah çalışmalarına başladı. O yıllarda Meksika'da tarımı yapılan buğday çeşitlerinin uzun boylu olmasından dolayı, yağışlı koşullarda bitkiler yatmaktaydılar. Bitkilerin yatması sonucunda da, buğday verimi önemli miktarlarda azalmaktaydı. Bu nedenle,

[1] Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya.

Dr.Borlaug ıslah çalışmalarında kısa boylu Japon buğday çeşitlerini genetik materyal olarak kullanmıştır. Islah çalışmaları sonucu elde edilen kısa boylu ve sağlam saplı buğday çeşitlerinin üretilmesiyle Meksika'da buğday verimi 240 kg/da'a yükselmiştir. Bunun sonucunda Meksika 1956 yılında buğday üretiminde kendine yeter duruma gelmiş ve 1965 yılında Meksika buğday çeşitleri, Hindistan ve Pakistan'a gönderilmiştir. Meksika, 1969 yılında buğday ihraç eden bir ülke konumuna gelmiştir (verim 320 kg/da). Yeşil Devrim olarak adlandırılan bu çalışmalar sonucunda, Meksika, Pakistan ve Hindistan gibi ülkelerde yüksek verimli buğday çeşitleri üretilmiş ve milyonlarca insanın açlık tehlikesi yaşaması önlenmiştir (Borlaug ve Dowswell 2003; Khush 2003). Yeşil devrim, Türkiye gibi gelişmekte olan diğer ülkeleri de kapsamına alarak, hızla artan dünya nüfusunun beslenmesine önemli katkı yapmıştır. Dr. Norman Borlaug yapmış olduğu çalışmalar sonucunda insanlığa çok önemli hizmetlerde bulunmuş ve 1970 yılında Nobel Barış Ödülünü kazanmıştır.

Genetik Mühendisliği

Yeşil Devrim sürecinde, gerçekten de birçok ürünün verimi önemli ölçülerde artış göstermiştir. Fakat, genellikle verime yönelik ıslah çalışmalarının yapılması sonucunda çeşitlerin canlı (hastalık ve zararlılar) ve cansız (kuraklık, tuzluluk vb.) stres koşullarına karşı dirençleri azalmıştır. Stres koşulları da, ürünlerde hem verimi ve hem de kaliteyi önemli ölçüde düşürmektedir. Ayrıca, yüksek verimli ticari çeşitlerin kullanımının yaygınlaşması ile genetik çeşitliliğin zengin olduğu yerel çeşitlerin önemli bir kısmı zamanla kaybolmuştur. Sonuç olarak, kültür bitkilerinde gen havuzu daralmıştır. Bu durumda, genetik çeşitliliğin artırılması için yapılması gereken tek seçenek, kültür bitkilerine yabani akrabalarından melezleme yoluyla gen aktarılmasıdır. Fakat bitkilerde, akraba türler arasında dahi melezleme yaparak fertil döller elde etmek çoğu zaman olanaksızdır. Yani, geleneksel ıslah yöntemleriyle türler arasında gen alışverişi bakımından önemli engeller vardır. Buna karşın, dünya nüfusu halen yıllık %1.3 oranında artmakta ve bu artışın %83'ü gelişmekte olan ülkelerde gerçekleşmektedir. 2030 yılında dünya tahıl üretiminin yıllık 2.1 milyar tondan 3.1 milyar tona çıkarılması gerekmektedir. Bunu başarabilmek için, yüksek verim potansiyeline sahip, canlı ve cansız stres koşullarına dirençli olan ürün çeşitlerinin geliştirilmesi zorunludur.

Günümüzden yaklaşık yarım asır önce, Watson ve Crick tarafından DNA'nın ikili sarmal yapısının keşfedilmesi, moleküler genetik araştırmalarına hız kazandırmıştır. Son 30 yılda ise moleküler genetik bakımından çok önemli gelişmeler başarılmıştır. Bu teknolojinin bitki ıslahında kullanılması ile bitki genetik mühendisliği (GM) bilimi ortaya çıkmıştır.

Gen teknolojisinin gücünü anlayan araştırmacılar, ıslah çalışmalarında bu teknikleri uygulamaya başlamışlardır. 1970'li yıllarda, *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin bitkilere doğal olarak gen aktardığının keşfedilmesi GM çalışmalarına ivme kazandırmıştır.

Genetik mühendisliğinin avantajları: Farklı türler ve hatta organizmalar arasında gen alışverişi yapılabilmesi (örneğin, bakteriden bitkiye, hayvandan bitkiye); sadece istenilen bir veya birkaç genin hedef bitkiye aktarılabilmesi; daha kısa sürede sonuca ulaşılabilmesidir. Geleneksel ıslah yöntemlerinde ise türler arasında melezleme engeli olduğu daha önce vurgulanmıştı. Ayrıca, tek bir genin

herhangi bir bitkiye aktarılması da olası değildir.

Özellikle 1980'li yıllardaki yoğun GM araştırmaları kısa sürede meyvelerini vermeye başlamış ve 1990'lı yıllarda ticari olarak üretimleri yoğunlaşmıştır. Dünya GDÜ ekim alanı 1996 yılında 1.7 Milyon Ha iken 2005 yılında 90 Milyon Ha olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde, GDÜ tarımı yapılan ülkelerin sayısı ise 6'dan 18'e yükselmiştir. Ticari olarak tarımı yapılan GD ürünlerine bakıldığında, herbisite dayanıklılığın baskın olduğu anlaşılmaktadır. Daha sonra ise böceklere dayanıklılık gelmektedir. Ürünler ise soya, mısır, pamuk ve kanola gibi büyük arazilerde tarımı yapılan tarla bitkileridir.

Halen, bitkisel üretim açısından çok önemli olan; virüslere direnç, toprak tuzluluğuna, topraktaki ağır metallere ve düşük sıcaklıklara toleranslık konularında araştırmalar devam etmektedir.

Mevcut olan bazı GDÜ'ler

- Herbisite toleranslık (soya, mısır, pamuk, kolza, buğday),
- Böceklere direnç (soya, mısır, pamuk, kolza),
- Virüse direnç (papaya, domates),
- Kullanım amacına uygun nişasta (patates),
- Beta-karoten (A vitamini) üreten pirinç (çeltik),
- Daha kaliteli yağ (kanola),

Burada anlaşılması gereken konu; neden üreticiler bu ürünleri tercih ediyorlar? Aslında bu sorunun cevabı çok da karmaşık değil. Örneğin, pamuk ve mısır üretiminde böcek zararları ürünün miktarını ve kalitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Üreticiler ise bunlardan korunmak amacıyla çok sayıda ve miktarda kimyasal ilaçlama yoluna gitmektedirler. Bu da üretimin maliyetini artırmakta ve ayrıca ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Aynı şekilde, bir çok üründe yabancı otlarla savaş, üreticinin zamanını almakta ve üretim maliyetini artırmaktadır. Buna rağmen çoğu zaman üreticiler yabancı otlarla etkin bir şekilde mücadele edememektedirler. Her iki durumda da GD ürünlerin kullanılması, üreticinin zamandan ve paradan tasarruf etmesini, üründe verim ve kalitenin artmasını sağlamaktadır. Bu da birim alandan elde edilen geliri artırmaktadır.

Son yıllarda ise, üretimle birlikte ürünün kalitesiyle doğrudan ilişkili GM araştırmaları yoğunluk kazanmıştır. Bu amaçla, ürünlerin besin değerlerinin (protein, nişasta, vitaminler vb.) iyileştirilmesi, insan yaşamı için çok önemli olan bazı biyolojik ilaçların ve aşıların bitkilere ürettirilmesi gibi konularda araştırmalar yürütülmektedir. Bunlara en iyi örnek olarak "altın pirinç" verilebilir. Pirinç tüketiminin yüksek olduğu bazı Asya ülkelerinde A vitamini eksikliğinden dolayı her yıl 350.000 çocuğun kör olduğu bildirilmektedir. Buna çözüm arayan Potrykus ve arkadaşları, nergiz bitkisi ile bir bakteriden aldıkları genleri çeltik bitkisine aktararak, bitkiye pirinç taneleri içinde beta-karoten üretme yeteneği kazandırmışlardır. Beta-karoten üreten pirinç taneleri ise fotoğrafta görüldüğü gibi altın sarısı renktedir. Besinlerle alınan beta-karoten, sonra insan vücudunda A vitaminine dönüştürülmektedir (Potrykus 2003).

Genetik mühendisliği devrimi insan tedavisinde kullanılan çok pahalı aşı ve ilaçların da bitkiler üzerinde çok ucuza ve bol miktarda üretimine olanak sağlayacağı belirtilmektedir. Bilindiği gibi Hepatit B virüsü, kronik karaciğer hastalığına neden olmaktadır. Bu hastalığa karşı mayalardan aşı geliştirilmesine karşın, fiyatının yüksek olması ve eksik donanım aşı kullanımını

engellemektedir. ABD'de biyoteknolojik yöntemler kullanarak Hepatit B yüzey antijeni (*HbsAg*) üreten transgenik tütün ve patates bitkileri elde edilmiştir. Patates yumrularının farelere yedirilmesi sonucunda da farelerin savunma sistemlerinin uyarıldığı belirlenmiştir Benzer çalışmalar gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak üretilen ve taze tüketilen muz üzerine yoğunlaşmıştır. Hepatit B'de olduğu gibi kızamık, çocuk felci, difteri, kuduz ve viral hastalıklara karşı kullanılan aşıların bitkilerde üretimi konusunda yoğun çalışmalar devam etmektedir.

Aşılarda olduğu gibi, insan tedeavisinde kullanılan ve çok pahalı olan ilaçların transgenik bitkilerde üretimine yönelik çalışmalar da devam etmektedir (Turgut, 2004).

GD ürünlerinin olası riskleri

Her yeni teknolojide olduğu gibi GD ürünlerinin tarımı ve tüketilmesi konusunda da riskler yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Özellikle AB ülkelerinde, GD ürünlerinin tarımına karşı büyük bir direnç vardır. GD ürünlerinin tüketimi konusunda ise etiketleme zorunluluğu öne çıkarılmaktadır. Burada ileri sürülen riskleri iki grup altında toplamak mümkündür. Bunlar:

İnsan sağlığı ile ilgili riskler: Alerjik reaksiyonlar, GD bitkilere aktarılan antibiyotik dayanıklılığının insanlara geçmesi, yabancı DNA'nın vücuda alınması

Ekolojik riskler: Diğer canlıların etkilenmesi, GD bitkilerden yabancı otlara gen transferi, GD ürünlerden diğer ürünlere gen transferi

Aslında, AB ve ABD'de yapılan risk araştırmaları, GD gıdaların diğer gıdalardan farklı olmadığını ortaya koymuştur. Zaten bu ürünlere karşı olan asıl direnç ekolojik risklerden dolayı kaynaklanmaktadır. Özellikle, GD ürünlerden diğer ürünlere ve yabanıl bitki türlerine (akraba türler) gen kaçışlarının olması mümkündür. Herhangi bir bölgede GD bitkilerin tarımına karar vermeden önce bu konunun mutlaka titizlikle araştırılması gerekmektedir. Örneğin, Anadolu'nun gen merkezi olduğu veya yerel çeşitliliğin zengin olduğu türlerde GD ürünlerin tarımından kaçınmakta yarar vardır.

Ayrıca, GD bitkilerinde zararlı böceklere karşı direnç sağlayan özelliğin ekolojik açıdan yararlı olan bazı böcekleri de öldürebileceği konusunda tartışmalar sürmektedir. Bu konuda yürütülen araştırmalardan çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Diğer bir ekolojik risk ise GD bitkilerde herbisit toleranslığı sağlayan genlerin yabancı otlara geçiş yapması ve böylece herbisitlere direnç gösterebilen süper otların ortaya çıkması olasılığıdır.

Sonuç

Artan dünya nüfusunun beslenebilmesi ve ürünlerde kalitenin artırılabilmesi için yeni teknolojilerin kullanılması kaçınılmazdır. Fakat, her teknolojide olduğu gibi gen teknolojisinde de riskler olasıdır. Bu nedenle, AB'de uygulandığı gibi Türkiye'de de her bir GDÜ üretim başvurusunun risk analizi yapıldıktan sonra değerlendirilmesi en akılcı yöntemdir.